

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re International Application of
Jun-ichi Konno, Keisuke Shinagawa, Toshiyuki Ishida, Takahiro Ito,
Tetsuo Kondo, Fukashi Harada and Shuzo Fujimura

International Serial No.: PCT/JP91/00861

International filing date: June 26, 1991

For: METHOD FOR PRODUCING SEMICONDUCTOR INTEGRATED CIRCUITS AND
APPARATUS USED IN SUCH METHOD

VERIFICATION OF TRANSLATION

Honorable Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

S i r :

Yuichi Sakoda residing at c/o FUJITSU LIMITED of 1015,
Kamikodanaka, Nakahara-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa, 211 Japan
declares:

- (1) that he knows well both the Japanese and English languages;
- (2) that he translated the above-identified International Application from Japanese to English;
- (3) that the attached English translation is a true and correct translation of the above-identified International Application to the best of his knowledge and belief; and
- (4) that all statements made of his own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true, and further that these statements are made with the knowledge that willful false statements and the like are punishable by fine or imprisonment, or both, under 18 USC 1001, and that such false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issuing thereon.

July 26, 1991
Date

Y. Sakoda

特許協力条約に基づく国際出願

願書

出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。

(受理官庁記入欄)

国際出願番号

国際出願日

(受付印)



出願人又は代理人の肖顔記号（希望する場合に出願人又は代理人が記入する。) 90P6174/T

I. 発明の名称

半導体集積回路の製造方法およびそれに用いる製造装置

II. 出願人（発明者か否かについても記入する。）この欄に記載した者が出願人となる指定国2人以上の出願人が存在する場合にはこの欄には1人だけを記載し、他の出願人はⅢ欄に記載する。

この欄に記載した者は（一つだけチェックする。） 出願人及び発明者である.* 出願人である。
氏名（名称）及びあて名**

富士通株式会社 FUJITSU LIMITED

〒211 日本国神奈川県川崎市中原区上小田中 1015 番地

1015, Kamikodanaka, Nakahara-ku, Kawasaki-shi, KANAGAWA 211 JAPAN

電話番号（市外局番を含む。）044-777-1111
国籍（国名）日本国 JAPAN電報のあて名 日本国 JAPAN 加入電信番号
住所（国名）***この欄に記載した者は（一つだけチェックする。） すべての指定国 すべての指定国（米国を除く。） 米国 追記欄に記載した指定国についての出願人である。

III. その他の出願人、発明者（いる場合）この欄に記載した者が出願人となる指定国（該当する場合）各欄に各々1人を記載する。この欄及び次の欄では不充分な場合には「追記欄」（追記欄に記載する各人につき、この欄の事項と同一の事項を記載する。）又は「統葉」を使用する。

この欄に記載した者は（一つだけチェックする。） 出願人及び発明者である.* 出願人である。 発明者である.*
氏名（名称）及びあて名**

今野 順一 KONNO Jun-ichi

〒511 日本国三重県桑名市東方 327-3 AZハウス 205

AZ house 205, 327-3, Higashikata, Kuwana-shi, MIE 511 JAPAN

この欄に記載した者が出願人（又は出願人及び発明者）である場合には次の事項も記載する。
国籍（国名）日本国 JAPAN 住所（国名）*** 日本国 JAPANこの欄に記載した者は（一つだけチェックする。） すべての指定国 すべての指定国（米国を除く。） 米国 追記欄に記載した指定国についての出願人である。

この欄に記載した者は（一つだけチェックする。） 出願人及び発明者である.* 出願人である。 発明者である.*
氏名（名称）及びあて名**

品川 啓介 SHINAGAWA Keisuke

〒216 日本国神奈川県川崎市宮前区野川 293

293, Nogawa, Miyamae-ku, Kawasaki-shi, KANAGAWA 216 JAPAN

この欄に記載した者が出願人（又は出願人及び発明者）である場合には次の事項も記載する。
国籍（国名）日本国 JAPAN 住所（国名）*** 日本国 JAPANこの欄に記載した者は（一つだけチェックする。） すべての指定国 すべての指定国（米国を除く。） 米国 追記欄に記載した指定国についての出願人である。

* 「出願人及び発明者である。又は「発明者である」として記載した者がすべての指定国についての発明者でないときは必要な事項を「追記欄」に記載する。

** 自然人にあっては姓・名の順に記載し、法人にあっては正式名称を記載する。あて名には郵便番号及び国名も記入する。

*** 住所（国名）を記載しないときは、住所の存在する国はあて名に記載された国と同一の国とする。

III. の続葉 (必要な場合) 「その他の出願人、発明者 (いる場合) この欄に記載した者が出願となる指定国 (該当する場合) 各欄に各々 1 人を記載する。

この欄に記載した者は (一つだけチェックする。) 出願人及び発明者である* 出願人である 発明者である*
氏名 (名称) 及びあて名**

石田 利幸 ISHIDA Toshiyuki

〒215 日本国神奈川県川崎市麻生区栗平2丁目3-9-302

3-9-302, Kurihira 2-chome, Asao-ku, Kawasaki-shi, KANAGAWA 215 JAPAN

この欄に記載した者が出願人 (又は出願人及び発明者) である場合には次の事項も記載する。

国籍 (国名) 日本国 JAPAN

住所 (国名) *** 日本国 JAPAN

この欄に記載した者は (一つだけチェックする。) すべての指定国 すべての指定国 (米国を除く。) 米国 追記欄に記載した指定国についての出願人である。

この欄に記載した者は (一つだけチェックする。) 出願人及び発明者である* 出願人である 発明者である*

氏名 (名称) 及びあて名**

伊藤 隆広 ITO Takahiro

〒214 日本国神奈川県川崎市多摩区生田1丁目10-11 Hass ヴァローラ 101

Hass valora 101, 10-11, Ikuta 1-chome, Tama-ku, Kawasaki-shi,

KANAGAWA 214 JAPAN

この欄に記載した者が出願人 (又は出願人及び発明者) である場合には次の事項も記載する。

国籍 (国名) 日本国 JAPAN

住所 (国名) *** 日本国 JAPAN

この欄に記載した者は (一つだけチェックする。) すべての指定国 すべての指定国 (米国を除く。) 米国 追記欄に記載した指定国についての出願人である。

この欄に記載した者は (一つだけチェックする。) 出願人及び発明者である* 出願人である 発明者である*

氏名 (名称) 及びあて名**

近藤 哲朗 KONDO Tetsuo

〒211 日本国神奈川県川崎市中原区上小田中 1221 サンパレスナイトB-201

Sanparesunaito B-201, 1221, Kamikodanaka, Nakahara-ku, Kawasaki-shi,

KANAGAWA 211 JAPAN

この欄に記載した者が出願人 (又は出願人及び発明者) である場合には次の事項も記載する。

国籍 (国名) 日本国 JAPAN

住所 (国名) *** 日本国 JAPAN

この欄に記載した者は (一つだけチェックする。) すべての指定国 すべての指定国 (米国を除く。) 米国 追記欄に記載した指定国についての出願人である。

この欄に記載した者は (一つだけチェックする。) 出願人及び発明者である* 出願人である 発明者である*

氏名 (名称) 及びあて名**

原田 深志 HARADA Fukashi

〒511 日本国三重県桑名市東方221 富士通桑名寮 117

Fujitsu kuwanaryo 117, 221, Higashikata, Kuwana-shi, MIE 511 JAPAN

この欄に記載した者が出願人 (又は出願人及び発明者) である場合には次の事項も記載する。

国籍 (国名) 日本国 JAPAN

住所 (国名) *** 日本国 JAPAN

この欄に記載した者は (一つだけチェックする。) すべての指定国 すべての指定国 (米国を除く。) 米国 追記欄に記載した指定国についての出願人である。

* 「出願人及び発明者である。又は「発明者である」として記載した者がすべての指定国についての発明者でないときは必要な事項を「追記欄」に記載する。

** 自然人にあっては姓・名の順に記載し、法人にあっては正式名称を記載する。あて名には郵便番号及び国名も記入する。

*** 住所 (国名) を記載しないときは、住所の存在する国はあて名に記載された国と同一の国とする。

この続葉を使用しないときは、この用紙を顎書に添付するに及ばない。

III. の統葉(必要な場合) その他の出願人、発明者(いる場合) この欄に記載した者が出願人となる指定国(該当する場合)
各欄に各々1人を記載する。

この欄に記載した者は(一つだけチェックする。) 出願人及び発明者である* 出願人である 発明者である*
氏名(名称) 及びあて名**

藤村 修三 FUJIMURA Shuzo

〒133 日本国東京都江戸川区北小岩1丁目4-6 藤和シティコーポ小岩 401

Towa cityco-op koiwa 401, 4-6, Kitakoiwa 1-chome, Edogawa-ku, TOKYO 133 JAPAN

この欄に記載した者が出願人(又は出願人及び発明者)である場合には次の事項も記載する。

国籍(国名) 日本国 JAPAN

住所(国名) ***

日本国 JAPAN

この欄に記載した者は(一つだけチェックする。) すべての指定国 すべての指定国(米国を除く。) 米国 追記欄に記載した
指定国についての出願人である。

この欄に記載した者は(一つだけチェックする。) 出願人及び発明者である* 出願人である 発明者である*

氏名(名称) 及びあて名**

この欄に記載した者が出願人(又は出願人及び発明者)である場合には次の事項も記載する。

国籍(国名)

住所(国名) ***

この欄に記載した者は(一つだけチェックする。) すべての指定国 すべての指定国(米国を除く。) 米国 追記欄に記載した
指定国についての出願人である。

この欄に記載した者は(一つだけチェックする。) 出願人及び発明者である* 出願人である 発明者である*

氏名(名称) 及びあて名**

この欄に記載した者が出願人(又は出願人及び発明者)である場合には次の事項も記載する。

国籍(国名)

住所(国名) ***

この欄に記載した者は(一つだけチェックする。) すべての指定国 すべての指定国(米国を除く。) 米国 追記欄に記載した
指定国についての出願人である。

この欄に記載した者は(一つだけチェックする。) 出願人及び発明者である* 出願人である 発明者である*

氏名(名称) 及びあて名**

この欄に記載した者が出願人(又は出願人及び発明者)である場合には次の事項も記載する。

国籍(国名)

住所(国名) ***

この欄に記載した者は(一つだけチェックする。) すべての指定国 すべての指定国(米国を除く。) 米国 追記欄に記載した
指定国についての出願人である。

* 「出願人及び発明者である。又は「発明者である」として記載した者がすべての指定国についての発明者でないときは必要な事項を「追記欄」に記載する。

** 自然人にあっては姓・名の順に記載し、法人にあっては正式名称を記載する。あて名には対応番号及び国名も記入する。

*** 住所(国名)を記載しないときは、住所の存在する国はあて名に記載された国と同一の国とする。

この統葉を使用しないときは、この用紙を願書に添付するに及ばない。

IV. 代理人又は代表者（いる場合）、通知のあて名 2人以上の出願人が存在する場合であって代理人がいないときにのみ代表者を選任することができる。代表者は出願人の1人でなければならない。

次の者を管轄国際機関に対して出願人のために手続をする代理人又は代表者に選任した。

氏名（名称）及びあて名（郵便番号及び国名も記載する。）通知のあて名をこの欄に記載するときはチェックする。□

7259 弁理士 井 桢 貞一 IGETA Sadakazu

〒211 日本国神奈川県川崎市中原区上小田中 1015 番地

富士通株式会社内 C/O FUJITSU LIMITED

1015, Kamikodanaka, Nakahara-ku, Kawasaki-shi, KANAGAWA 211 JAPAN

電話番号（市外局番を含む） 044-754-3035

電報のあて名 FUJITSU LIMITED 加入電信番号 3842122

KAWASAKI

FTWKAWJ

V. 国群又は国の指定⁽¹⁾、特定の種類の保護又は取扱いの選択

次を指定する。（該当する□内にチェックする。）

広域特許

EP ヨーロッパ特許⁽²⁾。AT オーストリア Austria, BE ベルギー Belgium, CH and LI スイスオ及びリヒテンシュタイン Switzerland and Liechtenstein, DE 西ドイツ Germany (Federal Republic of), DK デンマーク Denmark, ES スペイン Spain, FR フランス France, GB 英国 United Kingdom, IT イタリア Italy, LU ルクセンブルグ Luxembourg, NL オランダ Netherlands, SE スウェーデン Sweden 及びヨーロッパ特許条約とPCTの締約国である他の国

OA OAPI特許。ベナン Benin, ブルキナ・ファソ Burkina Faso, カメルーン Cameroon, 中央アフリカ Central African Republic, チャード Chad, コンゴー Congo, ガボン Gabon, マリ Mali, モーリタニア Mauritania, セネガル Senegal, トーゴー Togo 及びOAPIとPCTの締約国である他の国
他のOAPI保護を求める場合には点線上に記載する。⁽³⁾

国内特許（他の種類の保護又は取扱いを求める場合には点線上に記載する。）⁽³⁾

AT オーストリア Austria⁽³⁾
 AU オーストラリア Australia⁽³⁾
 BB バルバドス Barbados
 BG ブルガリア Bulgaria⁽³⁾
 BR ブラジル Brazil⁽³⁾
 CA カナダ Canada
 CH and LI スイス及びリヒテンシュタイン Switzerland and Liechtenstein
 DE 西ドイツ Germany (Federal Republic of)⁽³⁾

 DK デンマーク Denmark
 ES スペイン Spain⁽³⁾
 FI フィンランド Finland
 GB 英国 United Kingdom
 HU ハンガリー Hungary
 JP 日本 Japan⁽³⁾

KR 韓国 Republic of Korea⁽³⁾
 LK スリ・ランカ Sri Lanka
 LU ルクセンブルグ Luxembourg⁽³⁾
 MC モナコ Monaco⁽³⁾
 MG マダガスカル Madagascar
 MW マラウイ Malawi⁽³⁾
 NL オランダ Netherlands
 NO ノルウェー Norway
 RO ルーマニア Romania
 SD スーダン Sudan
 SE スウェーデン Sweden
 SU ソヴィエト連邦 Soviet Union⁽³⁾

 US 米国 United States of America⁽³⁾

この様式の施行後にPCT締約国となった国を指定（国内特許のために）するときは、以下に記載する。

(1) 出願人は□内にアラビア数字による連続番号を記入することにより指定の順序を選択することができる。

(2) ヨーロッパ特許についての個々の国の選択は、国内（広域）段階に入る際に、ヨーロッパ特許庁に対し、することができる。

(3) 他の種類の保護又は取扱い（米国において特許は一部組織の取扱い）を求める場合にはその旨記載すること。

追記欄 次の場合にこの欄を使用する。

- (i) 4人以上の出願人及び(又は)発明者がいる場合。この場合には「Ⅲ欄の続き」と書き、追加の各人についてⅢ欄において必要とされる事項を同形式で記載する(出願人及び発明者をⅢ.の統葉に記載した場合にはこの欄に記載する必要はない)。
- (ii) Ⅱ欄又はⅢの各欄において「追記欄に記載した国」にチェックした場合。この場合には「Ⅱ欄の続き」若しくは「Ⅲ欄の続き」又は「Ⅱ欄及びⅢ欄の続き」と書き、出願人名を記載し、次にその者が出願人となる国名(又は該当する場合のEP若しくはOA)を記載する。
- (iii) Ⅱ欄又はⅢの各欄において「出願人及び発明者」又は「発明者」として記載した者がすべての指定国又は米国についての発明者でない場合。この場合には「Ⅱ欄の続き」若しくは「Ⅲ欄の続き」又は「Ⅱ欄及びⅢ欄の続き」と書き、発明者名を記載し、次にその者が発明者となる国名(又は該当する場合のEP若しくはOA)を記載する。
- (iv) 2人以上の代理人が存在し、その者のあて名が同一でない場合。この場合には「Ⅳ欄の続き」と書き、追加の各代理人についてⅣ欄において必要とされる事項を同形式で記載する。
- (v) Ⅴ欄において国名(又はOAPI)が「追加特許」若しくは「追加発明者証」の記載を伴う場合又は米国の表示が「継続」若しくは「一部継続」の記載を伴う場合。この場合には「Ⅴ欄の続き」と書き、国名(又はOAPI)を記載し、次に原特許又は原出願の番号及び原特許の日付又は原出願日を記載する。
- (vi) 優先権を主張している4以上の先の出願が存在する場合。この場合には「Ⅵ欄の続き」と書き、追加の先の出願をⅥ欄において必要とされる事項を同形式で記載する。
- (vii) 記載すべき情報のすべてを当該欄に記載しきれない場合。この場合には「...欄の続き」と書き、記載しきれなかった欄において必要とされる情報を同様の方法により記載する。
- (viii) 出願人が、いずれかの指定官庁について、不利にならない開示又は発明の新規性の喪失の例外に関する国内法令の規定を受けようとする場合。この場合には「不利にならない開示又は発明の新規性の喪失の例外に関する陳述」と書き、以下にその説明を記載する。

この追記欄を使用しないときは、この用紙を願書に添付する必要はない。

VI 優先権の主張（該当する場合） 国名（先の出願が国内出願である場合にはその出願がされた国名を、先の出願が広域出願又は国際出願である場合にはその出願がその国についてされた国の国名の一つを記載する。）		下記の先の出願に基づく優先権を主張する。		
(1) 日本国 JAPAN	27. 06. 90	先の出願の番号	先の出願の日 (日・月・年)	先の出願が広域出願又は国際出願である場合には、その出願がされた官庁名を記載する。
(2)				
(3)				

（国名又は官庁名の記載には2文字の国名コードを使用することができる。）

上記の先の出願のうち次の番号の出願書類の認証謄本

を作成し国際事務局へ送付することを特許庁長官に請求している。

VII. 先の調査（該当する場合） 国際調査機関による調査（国際、国際型又はその他）を既に請求しており、可能な限り当該調査の結果を国際調査の基礎とすることを請求する場合に記入する。関連する出願（若しくはその翻訳）又は関連する調査請求を表示することにより当該調査又は請求を特定する。
国際出願番号又はその他の出願の番号及び先の出願の国名（又は広域官庁名） 国際／広域／国内 出願日

調査請求日

調査請求番号（可能な場合）

VIII. 出願人又は代理人の記名押印

井 桂 貞 一



代理人にあっては1名が記名押印し、その代理人を選任する別個の委任状であって出願人により記名押印されたものが必要である。この場合にあって、包括委任状（受理官庁に提出した）を利用するときはその謄本を添付する。

IX. 照合欄（出願人が記入する。）
この国際出願の用紙の枚数は次のとおりである。

1. 願書	6枚
2. 明細書	19枚
3. 請求の範囲	5枚
4. 要約書	1枚
5. 図面	7枚
	合計 38枚

要約書とともに公表する図として第 3, 4 図
を提示する（図面がある場合）。

出願時におけるこの国際出願には、以下にチェックした書類等が添付されている。

- 1. 別個の記名押印された委任状
- 2. 包括委任状の謄本
- 3. 優先権書類（VI欄参照）
- 4. 納付する手数料に相当する特許印紙を貼付した書面
- 5. 国際事務局の口座への振込みを証明する書面
- 6. 口座払出請求
- 7. その他（具体的に記載する。）

（受理官庁記入欄）

1. 国際出願として提出された書類の実際の受理の日

2. 国際出願として提出された書類を補完する書類又は図面

であってその後機関内に提出されたものの実際の受理の日（訂正日）

3. 条約第11条に基づく必要な補完の所定の期間内の受理の日

4. 図面 受理された。 不足図面がある。

（国際事務局記入欄）

記録原本の受理の日

委任状

1991年 6月 25日

私儀弁理士井桁貞一氏を代理人と定めて下記の権限を委任します。

1. 特許協力条約に基づく国際出願
「半導体集積回路の製造方法およびそれに用いる製造装置」
に関する一切の件
2. 上記出願又は指定国の指定を取り下げる件
3. 上記出願に対する国際予備審査の請求に関する一切の件並びに
選択国の選択を取り下げる件

住所 〒 511 日本国 三重県桑名市東方 327-3 AZハウス 205
氏名 今野 順一



住所 〒 216 日本国 神奈川県川崎市宮前区野川 293
氏名 品川 啓介



住所 〒 215 日本国 神奈川県川崎市麻生区栗平 2丁目
3-9-302
氏名 石田 利幸



住所 〒 214 日本国 神奈川県川崎市多摩区生田 1丁目
10-11 Hass ヴァローラ 101
氏名 伊藤 隆広



住所 〒 211 日本国 神奈川県川崎市中原区上小田中 1221
サントバレスナイト B-201



氏名 近藤 哲朗

住所 〒 511 日本国 三重県桑名市東方 221
富士通桑名寮 117



氏名 原田 深志

住所 〒 133 日本国 東京都江戸川区北小岩 1丁目
4-6 藤和シティコーポ小岩 401



氏名 藤村 修三



包 括 委 任 状

1986年 2月 3日

私儀 弁理士 井桁 貞一 氏を代理人と定めて下記の権限を委任します。

1. 特許協力条約に基づくすべての国際出願に関する一切の件
2. 上記出願又は指定国の指定を取下げる件
3. 上記出願に対する国際予備審査の請求に関する一切の件並びに選択国の選択を取下げる件

あて名 ⑨211 日本国神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

名称 富士通株式会社

代表取締役
社長

山本 卓貞



明細書

半導体集積回路の製造方法および それに用いる製造装置

技術分野

本発明は、半導体集積回路の製造におけるリソグラフ工程に係り、とくにアルミニウムまたはその合金から成る導電膜を塩素あるいは臭素またはこれらの化合物をエッチャントとして用いてドライエッチングした場合に該導電膜の表面等に残留する塩素あるいは臭素の除去に関する。

背景技術

シリコンウェハ等の基板上に形成される半導体集積回路を構成する配線としては、アルミニウム(Al)の薄膜やアルミニウムにシリコン(Si)または銅(Cu)を添加した合金の薄膜が広く用いられている。シリコンウェハとアルミニウム薄膜との合金化反応によるコンタクト抵抗の増大を防止するためには、これらの接触界面に、チタン(Ti)や窒化チタン(TiN)、あるいは、チタン—タンゲステン(TiW)の薄膜をいわゆるバリヤメタルとして介在させる場合もある。

上記のような配線を形成するための導電膜のパターニングは、通常、レジスト層から成るマスクを用いて選択的にエッチングするリソグラフィによって行われる。微細な配線パターンの形成を可能にするために異方性のエッチングが必要とされ、現在のところ、反応性イオンエッチング

(RIE) が代表的なエッティング方法として用いられている。また、レジストマスクの除去としては、トリクロルエチレン等の公害上問題となる溶剤を用いないで実施可能ないわゆるアッシングが適用されている。

これらエッティング方法およびアッシング方法は、いずれも乾式工程であり、湿式工程におけるようなエッティング溶液や溶剤中の不純物による汚染がなく、また、工程管理や自動処理に適している。これら工程の概要を図 1 および図 2 を参照して説明する。

図 1 は上記リソグラフィ工程における被処理部材の断面の変化を示し、図 2 は、このリソグラフィ工程におけるエッティングおよびアッシングを自動的に行うための処理システムの構造例を模式的に示す。

図 2 のシステムは、アルミニウム膜をエッティングするための RIE 装置 10 と、このエッティング後にレジストマスクを除去するためのアッシング装置 20 とが、真空排気可能なロードロック室 13 を介して連結されたている。ロードロック室 13 により、アルミニウム膜は大気に触れることなく RIE 装置 10 からアッシング装置 20 に輸送される。また、RIE 装置 10 の入口側には、別のロードロック室 13A が、また、アッシング装置 20 の出口側には別のロードロック室 13B がそれぞれ設けられている。ロードロック室 13A および 13B により、RIE 装置 10 およびアッシング装置 20 内に大気を導入することなく、これら装置 10 および 20 の内部に前記アルミニウム膜が形成された基板を挿入または取り出すことができる。

図 1 (a) を参照して、例えばシリコンウェハから成る基板 1 の一表面全体にアルミニウム膜 2 を堆積したのち、アルミニウム膜 2 上にレジストを塗布する。このレジストの所定部位に対して紫外線や電子線あるいはエキシマレーザや X 線等のエネルギー ビームを照射したのち現像することにより、前記レジストから成るマスク 3 が形成される。なお、アルミニウム膜 2 が堆積される基板 1 表面は、通常、 SiO_2 等から成る図示しない絶縁層によって覆われており、この絶縁層の一部に設けられたコンタクトホール内に、基板 1 の表面や下層配線が表出している。

上記のようにしてマスク 3 が形成された基板 1 を、図 2 におけるロードロック室 13A を通じて RIE 装置 10 内のステージ 11 上に設置する。そして RIE 装置 10 内に、例えば塩素ガス (Cl_2) を導入して所定圧力に制御しながら、ステージ 11 と電極 12 間に電圧を印加してプラズマを発生させる。これにより、図 1 (b) に示すようにアルミニウム膜 2 が異方性エッチングされる。

上記のようにしてエッチングされたアルミニウム膜 2 を有する基板 1 を、図 2 におけるロードロック室 13 を通じてアッキング装置 20 に送入する。そして、アッキング装置 20 内に、例えば酸素ガス (O_2) を導入して所定圧力に制御しながら、対向する一対の電極 16 間に電圧を印加する。これにより、電極 16 間にプラズマが発生する。前記レジストから成るマスク 3 は、主としてこのプラズマ中の励起状態の酸素原子または分子あるいはイオンと反応して気化し、アッキング装置 20 の外部に排出される。このようにして、図 1

(c) に示すように、アルミニウム膜 2 上のマスク 3 が除去される。

図 2 には、被処理部材がプラズマに直接に曝される、プラズマアッシングと呼ばれるアッシング装置 20 が示されている。これに対して、プラズマ中の中性活性種のみを抽出して被処理部材に照射する、いわゆるダウンフロー型のアッシング装置を備えた自動処理システムについても、上記の工程は同様である。また、上記プラズマを発生させる手段として、電極 16 の代わりにマイクロ波や高周波コイルによる励起方法もしばしば用いられている。

アルミニウムまたはその合金膜の RIE においては、上記のような塩素ガス (Cl_2) の他に、三塩化硼素 (BCl_3) や四塩化珪素 (SiCl_4) 等の気体状の塩素化合物、あるいは、臭素ガス (Br_2) または臭化水素 (HBr) や三臭化硼素 (BBr_3) 等の気体状の臭素化合物がエッチャントとして用いられる。

上記のようにしてエッチングおよびアッシングが終了した基板 1 を大気中に取り出すと、アルミニウムやその合金の薄膜から成る配線に腐食（アフターコロージョン）が発生する現象がしばしば認められる。この腐食によって、配線の抵抗が増大したり、甚だしい場合には、断線が生じる。このような抵抗の増大や断線は、配線がパッシベーション用の絶縁層によって覆われた状態の半導体集積回路が長期にわたって使用されている間にも生じるため、製品の信頼性を低下する原因となる。

上記のようなアフターコロージョンのメカニズムは現在のところ完全に解明されていないが、エッチングにおいて

用いられたエッチャントの成分である塩素や臭素またはこれらの化合物が、アルミニウム膜の表面に残留していることが原因であると考えられている。すなわち、アッシング終了後に基板 1 が大気中に取り出された際に、例えばこの残留塩素が大気中の水分と反応して塩酸(HCl) 等を生成し、アルミニウム膜を腐食すると言う機構である。

図 2 のような自動処理システムを導入することにより、エッチングにおいて塩素等が表面に結合したアルミニウム膜が、大気に触れることなくアッシング装置に送られ、ここで残留塩素等の大部分が除去されるため、上記のようなアフターコロージョンが大幅に低減される。

しかしながら、最近、純粋なアルミニウム膜に比べてエレクトロマイグレーションやストレスマイグレーションを生じ難いアルミニウム—銅(Al-Cu) 合金が配線材料として用いられるようになった。前述のように、Ti や TiN あるいは TiW の薄膜が、シリコン基板または多結晶シリコン下層配線とアルミニウム配線との合金化反応を阻止するためのバリヤメタルとして用いられている。

これら Al-Cu 合金膜やバリヤメタルは、上記のような残留塩素から発生した塩酸の存在によって、異種金属の粒界や薄膜界面に電池を形成するため、腐食が促進される。したがって、図 2 のような自動処理システムを導入しても、アフターコロージョンを完全に回避できない問題があった。

発明の開示

本発明は、上記のようなアルミニウムまたはその合金の

薄膜から成る配線におけるアフターコロージョンを防止すること、より具体的には、上記アッシング後に、配線の側面を含む全露出表面および配線の周囲に表出する基板の表面に残留する塩素等をより完全に除去可能な方法およびこれを実施するための装置を提供することを目的とする。

したがって、本発明により、アルミニウムまたはその合金の薄膜から成る配線を有する半導体集積回路の製造歩留まりが改善されるとともに、該半導体集積回路の長期間にわたる使用に対する信頼性が向上される。

本発明は、次の各態様のいずれかを含むことを特徴とする。すなわち、

(1) 図 3(a) に示すように、基板 1 の一表面に形成されたアルミニウムまたはその合金の膜 2 をレジストから成るマスク 3 で選択的に覆ったのち該マスク 3 から表出する該膜 2 を塩素または臭素もしくはこれらの化合物を含有する気体状のエッチャントを用いて選択的にエッチングし、前記エッチングに用いられた該マスク 3 を酸素ガスおよび水蒸気を含有する雰囲気中に発生させたプラズマに直接に曝すかまたはこのプラズマから抽出された中性活性種に曝してアッシングして除去するとともに該マスク 3 が除去されて表出した該膜 2 の表面に残留している前記エッチャントの成分である塩素または臭素もしくはこれらの化合物を離脱させて除去する。または、

(2) 上記において、マスク 3 を、酸素ガスを含有する雰囲気中に発生させたプラズマから抽出された中性活性種に曝してアッシングを行い、一方、マスク 3 が除去されつつあ

る膜 2 を、水蒸気を含有する雰囲気中に発生させたプラズマを薄膜 2 に曝して残留塩素等の除去を行う。または、

(3) 上記において、図 3(b) に示すように、アッシングによるマスク 3 の除去工程ののちに、薄膜 2 を、水蒸気を含有する雰囲気中に発生させたプラズマに直接または該プラズマから抽出された中性活性種に曝してその表面に残る塩素等の除去を行う。

図 3(a) および(b) においては、上記中性活性種として O_2 と H_2O が、レジストマスク 3 が除去されるときの生成物として CO_2 が、また、上記中性活性種と残留塩素とが反応して除去されるときの生成物として HCl が、それぞれ代表して示されているが、当然のことながら上記中性活性種および生成物はこれらに限られるものではない。

(4) 上記(3)における残留塩素等の除去を、アッシング装置とは別の装置を用いて実施可能なように自動処理システムを構成する。すなわち、図 4 に示すように、ロードロック室 13 を介して RIE 装置 10 に接続されたアッシング装置 20 に、別のロードロック室 13C を介して後処理装置 40 を接続した構成である。後処理装置 40 としては、アッシング装置 20 と同様に、ダウンフロー型または被処理部材がプラズマに直接に曝されるプラズマ処理型のいずれかを用いる。

図 4 において、参照符号 1 は、アルミニウムまたはその合金の薄膜を選択的に覆うレジストマスクが形成された基板、参照符号 1' は、前記薄膜がエッチングされた基板、参照符号 1" は、前記レジストマスクが除去された基板を示す。

酸素を含むガスを用いるダウンストリームアッシングにおいて、アッシング速度を向上する目的で、前記ガスに水を添加するアッシング方法を本出願人は提案している（特開昭64-48421、昭和62年8月19日付出願）。しかし、この方法においては、アッシングの前工程のエッチングの条件については規定されておらず、また、塩素ガス等のエッチャントを用いてパターニングされたアルミニウム膜のアフターコロージョンが、水蒸気を含む雰囲気中に発生させたプラズマを利用することにより防止される効果については示唆されていない。

また、塩素系の反応ガスを用いてエッチングされたアルミニウム膜を、減圧雰囲気中で水蒸気に曝すことによってアフターコロージョンを防止する方法が本出願人によって提案されている（特開平3-41728、平成1年7月7日付出願）。しかし、この方法においては、塩素等のアフターコロージョンの原因となる残留成分の除去は熱的反応に依存しており、この反応を促進するために被処理基板を120 °C程度に加熱するのみである。

これらの出願に対して本発明は、塩素ガス等のエッチャントを用いてパターニングされたアルミニウム膜を、アッシングと同時またはアッシング後のいずれかの段階で、水蒸気を含有する雰囲気中に発生させたプラズマに直接あるいはこのプラズマから抽出された励起状態のH₂Oや原子状態の水素(H)あるいはOH遊離基等の活性種に曝すことによって残留塩素等を除去する。したがって、上記出願のように単に水蒸気に曝す方法に比べて、除去反応が促進され

るため、熱的反応では除去不可能な強固に結合している塩素等を除去可能となる。

図面の簡単な説明

図1は、半導体集積回路における配線のパターニング工程を説明するための模式的断面図、

図2は、半導体集積回路における配線のパターニングを実施するための自動処理装置の構造例を示す模式図、

図3は、本発明の原理を説明するための模式的断面図、

図4は、本発明に係る自動処理装置の構造例を示す模式図、

図5(a)は、本発明の実施に用いられた自動処理装置の構造例を示す模式図、

図5(b)は、図4または図5(a)におけるアッキング装置20または後処理装置40の詳細構造を示す模式図、

図6は、本発明の方法により処理される配線の構造例を示す模式的断面図、

図7は、図4または図5(a)におけるアッキング装置20または後処理装置40の代替例の詳細構造を示す模式図、

図8は、図4または図5(a)におけるアッキング装置20の代替例の詳細構造を示す模式図、

図9は、本発明による残留塩素量の減少効果を示すグラフ。

発明を実施するための最良の形態

以下本発明の実施例を図面を参照して説明する。以下の

図面において、既掲の図面における部分と同じものには同一符号を付してある。

実施例 1

図 1(a) に示したような、2%の銅を含有するアルミニウム(Al-2%Cu)から成る膜2を選択的に覆うレジストから成るマスク3が形成された基板1を、図2に示した自動処理システムにおけるロードロック室13Aを通じてRIE装置10内に送入し、ステージ11上に載置する。

RIE装置10内を 2×10^{-4} Torrに真空排気したのち、例えば塩素ガス(Cl₂)と四塩化珪素(SiCl₄)との混合ガスを導入し、全圧を 8×10^{-2} Torrに保ち、ステージ11と電極12間に高周波電圧を印加する。これによりステージ11と電極12との間に発生したプラズマ中のイオンやラジカルによって基板1上のアルミニウム膜2(図示省略)が異方性エッティングされる。

上記のようにしてアルミニウム膜2がエッティングされた基板1を、真空排気されたロードロック室13を通じてアッティング装置20に送入し、ステージ14上に載置する。同図におけるアッティング装置20は、いわゆるプラズマアッティング型である。アッティング装置20内部に、酸素ガス(O₂)および水蒸気(H₂O)を、それぞれ、流量1～2SLMおよび100～300SCCMで導入し、全圧を1Torrに保持する。そして、例えばステージ14に設けられているヒータにより、基板1を100～200℃に加熱する。この状態で、電極16に、例えば周波数2.54MHzの高周波電力を供給してプラズマを発生させ、前記レジストマスク3をアッティングする。上記高周波

数電力は1.5kW程度である。

上記実施例のようにして処理されたアルミニウム膜2を大気中に48時間放置しても、アフターコロージョンの発生は認められなかった。比較のために、上記実施例においてアッシング室21Bに導入するガスに水蒸気を添加しないでアッシングを行ったところ、アルミニウム膜2を大気中に1時間放置するとアフターコロージョンが顕著に発生することが認められた。

また、上記においてRIE装置10に導入するガス中の塩素ガス(Cl₂)を臭素ガス(Br₂)に、四塩化珪素(SiCl₄)を四臭化珪素(SiBr₄)にそれぞれ置き換えた場合においても同様の結果を得た。

実施例2

図6に示すようなチタン(Ti)膜4Aと窒化チタン(TiN)膜4Bから成るバリヤメタル4を介して基板1上に形成されたAl-2%Cuから成るアルミニウム膜2およびレジストマスク3に対して、上記実施例と同様にしてエッチングおよびアッシングを行った。その結果、マスク3が除去されたアルミニウム膜2を大気中に48時間放置してもアフターコロージョンの発生は認められなかった。

実施例3

図5(a)に示すような自動処理システムを用いて、アルミニウム膜のエッチングおよびアッシングを行った。同図における。RIE装置10は被処理基板が載置されるステージ11とこれに対向する電極12を備えた平行平板電極型である。アッシング装置20は、いわゆるダウンフロー型であり、例

えば図5(b)に示す詳細構造を有する。例えばアルミニウムから成る円筒形のチャンバ21は、直径2～3mm程度の小孔が多数設けられたシャワーヘッド28によって、プラズマ発生室21Aとアッシング室21Bとに区画されている。プラズマ発生室21Aの一端には、マイクロ波透過窓27を介して、マグнетロンのようなマイクロ波発生源23が接続されている。

図5(a)および(b)を参照して、Al-2%Cuから成る膜が形成された直径4インチのシリコンウェハから成る基板1を、ロードロック室13Aを通じてRIE装置10内に送入してステージ11上に載置し、基板1を所定温度に加熱する。そして、RIE装置10内にエッチャントとしてBCl₃とSiCl₄とCl₂の混合ガスを導入し、全圧を0.08Torrに保持する。このために、BCl₃とSiCl₄とCl₂の流量をそれぞれ80SCCM, 400SCCM, 10SCCMに制御した。この状態で、ステージ11と電極12間に高周波電力を供給してプラズマを発生させる。こときの供給電力は350Wである。この条件の下で上記アルミニウム膜を約180秒間異方性エッチングする。

次いで、ロードロック室13を通じて基板1をアッシング装置20内に送入してステージ14上に載置し、ステージ14に設けられているヒータ24により180°Cに加熱する。ガス導入管25を通じてプラズマ発生室21A内に、酸素(O₂)と水蒸気(H₂O)とを、それぞれ流量1350SCCMおよび150SCCMの割合で混合して導入し、全圧を1.0Torrに保持する。この状態でマイクロ波発生源23を起動してプラズマを発生させる。このときのマイクロ波発生源23の出力は1.0kW、動作時間

は120秒である。このようにして発生したプラズマ中の中性活性種により、レジストマスクがアッシングされるとともにアルミニウム膜表面に残留する塩素(Cl)が除去される。

すなわち、シャワー・ヘッド28は、例えば純アルミニウムから構成されている。したがって、アッシング室21B内ではプラズマは発生せず、一方、プラズマ発生室21A内の中性種のみがシャワー・ヘッド28の小孔を通じてアッシング室21B内へ流出する。この中性種中には原子状の酸素(O)と水素(H), O₂, H₂O等の励起分子およびOH遊離基のような活性種が含まれており、これらのいずれもがレジストマスクのアッシングに関与すると考えられるが、原子状酸素(O)や励起酸素分子(O₂)の寄与が主であると考えられる。

一方、前記のようにしてエッティングされたアルミニウム膜の表面に残留している塩素は、主に上記中性活性種中の原子状水素(H)やOH遊離基と反応して揮発性の化合物、例えば塩化水素(HCl)を生成して基板1から遊離し、排気管26を通じて外部に排出される。アルミニウム膜2の周囲に表出しているSiO₂表面に存在する残留塩素も、同様にHClを生成して排出される。

ダウンフロー型の装置によれば、図2に示すプラズマアッシング型の装置のように、被処理基板1がイオン衝撃を受けないので、集積回路を構成する素子の特性を損なうおそれがない。また、ナトリウム(Na)や重金属等の不純物イオンが注入される機会が減少する。

上記実施例のようにして処理されたアルミニウム膜を大気中に48時間放置しても、アフターコロージョンの発生は

認められなかった。

実施例 4

アルミニウム膜表面に残留する塩素または臭素を除去するための後処理装置40を、レジストマスクを除去するためのアッシング装置20とは独立に設けた図4に示す自動処理システムを用いて、Al-2%Cuから成るアルミニウム膜のエッチング、レジストマスクのアッシングおよび残留塩素を除去するための後処理を行った。後処理装置40としては、アッシング装置20と同じく、図5(b)に示すようなダウンフロー型であるので、その細部の説明においても同一の参考符号を引用する。

図1(a)に示すようなAl-2%Cuから成るアルミニウム膜2と、これを選択的に覆うレジストから成るマスク3が形成された基板1を、図4に示す自動処理システムにおけるRIE装置10によりエッチングする。エッチング条件は前記実施例と同様である。

次いで、ロードロック室13を通じて基板1をアッシング装置20内に送入してステージ14上に載置し、ステージ14に設けられているヒータ24により180°Cに加熱する。ガス導入管25を通じてプラズマ発生室21A内に、酸素(O_2)を流量1350SCCMで導入し、全圧を1.0Torrに保持する。この状態でマイクロ波発生源23を起動してプラズマを発生させる。このときのマイクロ波発生源23の出力は1.0kW、動作時間は120秒である。このようにして発生したプラズマ中の中性活性種により、レジストマスクがアッシングされる。

次いで、ロードロック室13Cを通じて基板1を後処理室

40に送入してステージ16上に載置し、ステージ16に設けられているヒータにより180 °Cに加熱する。ガス導入管25を通じてプラズマ発生室21A 内に、水蒸気(H_2O) を流量1500SCCMで導入し、全圧を1.0Torr に保持する。この状態でマイクロ波発生源23を起動してプラズマを発生させる。このときのマイクロ波発生源23の出力は1.0kW である。このようにして発生したプラズマ中の中性活性種により、アルミニウム膜表面に残留する塩素(Cl)がHCl として後処理装置40の外部に排出される。

上記の条件の下で、30秒、90秒および180 秒と異なる後処理を施された三種のいずれの基板1上のアルミニウム膜を大気中に48時間放置してもアフターコロージョンの発生は認められなかった。

実施例 5

比較のために、表1に示す①～⑬の試料を作製し、残留塩素量の測定およびこれらの試料を大気中に48時間放置した場合のアフターコロージョンの発生状況を観察した。これらの試料は、直径4インチのシリコンウェハ上に形成されたAl-2%Cu 薄膜から成る。表1における各試料の処理条件は次の通りである。すなわち、

①は、上記実施例1～4におけると同様にしてRIE が施されたままで、アルミニウム膜上にレジストマスクが残っている状態、

②は、上記実施例1～4と同様にしてRIE が施されたアルミニウム膜上のレジストマスクを、酸素(O_2)中に発生させたプラズマでダウンフローアッシング(O_2 流量：

1500SCCM, 圧力: 1 Torr, マイクロ波電力: 1.0kW, 基板温度: 180°C, アッシング時間 180 秒),

③は、上記実施例 1 ~ 4 と同様にして RIE が施されたアルミニウム膜上のレジストマスクを、酸素(O_2)と四フッ化炭素(CF_4)との混合ガス中に発生させたプラズマでダウンフローアッシング(O_2 流量: 1500SCCM, CF_4 流量: 150SCCM, 圧力: 1 Torr, マイクロ波電力: 1.0kW, 基板温度: 180°C, アッシング時間: 120秒),

④は、上記実施例 3 に対応,

⑤~⑦は、上記②の試料と同様にして酸素(O_2)中に発生させたプラズマでダウンフローアッシングしたのち、水蒸気(H_2O)に曝気(H_2O 流量: 1500SCCM, 圧力: 1 Torr, 基板温度: 180°C, 曝気時間: 30秒, 90秒, 180 秒)した試料,

⑧~⑩は上記実施例 4 に対応,

⑪~⑬は、上記②の試料と同様にして酸素(O_2)中に発生させたプラズマでダウンフローアッシングしたのち、水素(H_2)中に発生させたプラズマのダウンフローで後処理(H_2 流量: 1500SCCM, 圧力: 1 Torr, マイクロ波電力: 1.5kW, 基板温度: 180°C, 後処理時間: 30秒, 90秒, 180 秒)

また、図 9 は、表 1 に示した残留塩素量と処理条件との関係を図式的に表現したグラフであり、表 1 における処理条件との対応を分かりやすくするために、同図における各試料を示す図形記号を表 1 に付記してある。

表 1 および図 9 から明らかなように、酸素(O_2)に水蒸気(H_2O)を添加した混合ガス中に発生させたプラズマでアッシングを行った本発明の実施例 3 (表 1 の④および図 9 の

◇)， および， アッシングののちに水蒸気(H_2O) のプラスマにより後処理を行った本発明の実施例 4 (表 1 ⑧～⑨および図 9 の△)においては， 著しく残留塩素量が低く， また， アフターコロージョンが実質的に発生しない。これに比べて， その他のガスによるアッシングまたはアッシングに引き続く後処理によれば残留塩素の低減効果が小さく， アフターコロージョンの防止が完全ではない。

実施例 3においては， アッシングと残留塩素の除去を並行して行う図 5(a) の自動処理システムを， また， 実施例 4においては， 残留塩素を除去するための後処理をアッシングと分離して行うことが可能な自動処理システムを， それぞれ用いた。これらの自動処理システムの長所および短所を比較する。

図 5(a) の自動処理システムはアッシングと残留塩素除去が同時に実施できるので効率がよい。また， アッシングと残留塩素除去とを個別に行う場合， これらの工程を同一装置を用いて実施することが可能であるため， 処理システムの構成が簡単である利点を有する。しかし， 後述するように， アッシング装置から水蒸気を除去する必要がある場合には， チャンバ21のベーキングや真空排気に長時間を要する。

これに対して， 図 4 の自動処理システムは， アッシングに対する水蒸気の影響を完全に回避可能である。とくに， 酸素(O_2)に四弗化炭素(CF_4) を添加したガスを用いるアッシングにおいては， このガス雰囲気中に水蒸気(H_2O) が存在すると， $CF_4 + 2H_2O \rightarrow 4HF + CO_2$ の反応によって CF_4

が消費されるために、アッシング速度が低下してしまう。したがって、このような場合には、図4の自動処理システムが有効である。

なお、図5(a)および図4におけるアッシング装置20および図4における後処理装置40としては、図7または図8に示すような構造のものに代替することができる。

図7は、電極32間に発生したプラズマ中に被処理基板1が直接に曝されるいわゆるプラズマアッシング型の装置である。同図において、符号31はチャンバ、33は高周波電源である。

図8は、図5(b)に示すいわゆるダウンフロー型と基本的には同じであって、実施例3のように、アッシング装置20に対して酸素(O_2)と水蒸気(H_2O)を個別に導入可能とされていることが特徴である。すなわち、プラズマ発生室21Aには酸素(O_2)のみを導入し、アッシング室21Bに水蒸気(H_2O)を導入する。このためのガス導入管35の途中に別のマイクロ波発生源36が設けられている。

プラズマ発生室21Aで発生したプラズマ中の中性活性種がシャワーヘッド28の細孔を通過してアッシング室21Bに流入する。一方、マイクロ波発生源36により水蒸気(H_2O)のプラズマが発生するが、その中のイオンはガス導入管35を通過する間に電子と再結合してしまう。したがって、アッシング室21Bには、励起した H_2O 分子、中性原子状の水素(H)や酸素(O)あるいはOH遊離基が導入される。

表 1

処理条件	残留塩素量		アフターコロージョン	図 9 上の表示記号
	$\mu\text{g/cm}^2$	$10^{15}\text{ atoms/cm}^2$		
① エッティングのみ	0.92±0.06	16.0±1.0	大	○
② ①後に O_2 で DA	0.89±0.06	15.5±1.0	大	●
③ ①後に $\text{O}_2 + \text{CF}_4$ で DA	0.54±0.03	9.3±0.4	小	■
④ ①後に $\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ で DA	0.23±0.03	4.0±0.5	無し	◇
⑤ ②後に H_2O 曝気 (30sec)	0.51±0.02	8.7±0.3	小	▲
⑥ ②後に H_2O 曝気 (90sec)	0.48±0.01	8.1±0.2	小	▲
⑦ ②後に H_2O 曝気 (180sec)	0.45±0.04	7.6±0.7	小	▲
⑧ ②後に H_2O で DF (30sec)	0.28±0.01	4.7±0.2	無	△
⑨ ②後に H_2O で DF (90sec)	0.15±0.00	2.5±0.0	無	△
⑩ ②後に H_2O で DF (180sec)	0.11±0.01	1.9±0.1	無	△
⑪ ②後に H_2 で DF (30sec)	0.68±0.01	11.8±0.2	小	▼
⑫ ②後に H_2 で DF (90sec)	0.68±0.01	11.7±0.1	小	▼
⑬ ②後に H_2 で DF (180sec)	0.64±0.01	11.1±0.2	小	▼

DA: ダウンフローアッシング, DF: ダウンフロー処理, H_2O 曝気: 0.1Torr の水蒸気中 120 °C 加熱

請　求　の　範　囲

1. 基板の一表面に形成された金属膜をレジストから成るマスクで選択的に覆ったのち該マスクから表出する該金属膜を塩素または臭素もしくはこれらの化合物を含有する気体状のエッチャントを用いて選択的にエッチングする第1の工程と、

前記エッチングに用いられた該マスクを酸素ガスおよび水蒸気を含有する雰囲気中に発生させたプラズマを利用して灰化して除去するとともに該マスクが除去されて表出した該金属膜の表面に残留している前記エッチャントの成分である塩素または臭素もしくはこれらの化合物を離脱させて除去する第2の工程

とを含むことを特徴とする半導体集積回路の製造方法。

2. 前記金属膜はアルミニウムまたはアルミニウム合金から成ることを特徴とする請求項1記載の半導体集積回路の製造方法。

3. 前記金属膜と前記基板との反応を阻止するためのバリア層が該金属膜と基板との間に設けられていることを特徴とする請求項2記載の半導体集積回路の製造方法。

4. 前記第2の工程において前記基板を100 °C乃至250 °Cに維持することを特徴とする請求項1記載の半導体集積回路の製造方法。

5. 前記第2の工程において前記マスクならびに該マスクが除去されて表出した前記金属膜が前記プラズマから抽出された中性活性種に曝されることを特徴とする請求項1記載の半導体集積回路の製造方法。

6. 前記第2の工程において前記マスクならびに該マスクが除去されて表出した前記金属膜が前記プラズマに曝されることを特徴とする請求項1記載の半導体集積回路の製造方法。

7. 基板の一表面に形成された金属膜をレジストから成るマスクで選択的に覆ったのち該マスクから表出する該金属膜を塩素または臭素もしくはこれらの化合物を含有する気体状のエッチャントを用いて選択的にエッチングする第1の工程と、

酸素ガスを含有する第1の雰囲気中と水蒸気を含有する第2の雰囲気中のそれぞれに個別に plasma を発生させ前記エッチングに用いられた該マスクを該第1の雰囲気中に発生した plasma から抽出された中性活性種に曝して灰化するこにより除去するとともに該マスクが除去されて表出した該金属膜の表面に残留している前記エッチャントの成分である塩素または臭素もしくはこれらの化合物を該第2の雰囲気中に発生した plasma 中の少なくとも中性活性種に曝して離脱させることにより除去する第2の工程とを含むことを特徴とする半導体集積回路の製造方法。

8. 前記金属膜はアルミニウムまたはアルミニウム合金から成ることを特徴とする請求項7記載の半導体集積回路の製造方法。

9. 前記金属膜と前記基板との反応を阻止するためのバリヤ層が該金属膜と基板との間に設けられていることを特徴とする請求項8記載の半導体集積回路の製造方法。

10. 前記第2の工程において前記基板を100 °C乃至250

°Cに維持することを特徴とする請求項7記載の半導体集積回路の製造方法。

11. 基板の一表面に形成された金属膜をレジストから成るマスクで選択的に覆ったのち該マスクから表出する該金属膜を塩素または臭素もしくはこれらの化合物を含有する気体状のエッチャントを用いて選択的にエッチングする第1の工程と、

前記エッチングに用いられた該マスクを酸素ガスを含有する雰囲気中に発生させた第1のプラズマを利用して灰化することにより除去する第2の工程と、

該マスクが除去されて表出した該金属膜の表面に残留している前記エッチャントの成分である塩素または臭素もしくはこれらの化合物を水蒸気を含有する雰囲気中に発生させた第2のプラズマを利用して離脱させて除去する第3の工程

とを含むことを特徴とする半導体集積回路の製造方法。

12. 前記第2の工程と第3の工程とを同一の装置を用いて行うことを特徴とする請求項11記載の半導体集積回路の製造方法。

13. 前記第2の工程と第3の工程とをそれぞれに個別の装置を用いて行うことを特徴とする請求項11記載の半導体集積回路の製造方法。

14. 前記第3の工程に用いる装置はダウンフロー型であることを特徴とする請求項13記載の半導体集積回路の製造方法。

15. 前記金属膜はアルミニウムまたはアルミニウム合金

から成ることを特徴とする請求項11記載の半導体集積回路の製造方法。

16. 前記金属膜と前記基板との反応を阻止するためのバリヤ層が該金属膜と基板との間に設けられていることを特徴とする請求項11記載の半導体集積回路の製造方法。

17. 前記第3の工程において前記基板を100 °C乃至250 °Cに維持することを特徴とする請求項11記載の半導体集積回路の製造方法。

18. 前記第3の工程において前記金属膜は前記第2のプラズマから抽出された中性活性種に曝されることを特徴とする請求項11記載の半導体集積回路の製造方法。

19. 前記第3の工程において前記金属膜は前記第2のプラズマに曝されることを特徴とする請求項11記載の半導体集積回路の製造方法。

20. 基板上に形成され且つレジストから成るマスクによって覆われた金属膜を塩素または臭素もしくはこれらの化合物を含有する気体状のエッチャントを用いて選択的にエッチングするためのエッチング室と、

真空排気可能な第1のロードロック室によって該エッチング室に接続され且つ該エッチング室から送られた該基板上の該マスクを酸素ガスを含有する雰囲気中に発生させたプラズマを利用して灰化することにより除去するためのアッシング室と、

真空排気可能な第2のロードロック室によって該アッシング室に接続され且つ該アッシング室から送られた該基板上の該金属膜の表面に残留する塩素または臭素もしくはこ

これらの化合物を水蒸気を含有する雰囲気中に発生させたプラズマを利用して除去するための後処理室とを備えたことを特徴とする半導体集積回路の製造装置。

21. 前記後処理室は、

水蒸気を含有するガスが導入され且つ該ガス中にプラズマを発生させるプラズマ発生手段が接続されたプラズマ発生部と、

該プラズマ発生部に接続され且つプラズマ中の中性活性種が通過する細孔が設けられた隔壁によって分離され且つ前記基板が設置される処理部

とから成ることを特徴とする請求項20記載の半導体集積回路の製造装置。

22. 前記後処理室は、

水蒸気を含有するガスが導入され且つ前記基板が設置され且つ該基板を中心にしてその両側に設けられた平行平板型の電極を有することを特徴とする請求項20記載の半導体集積回路の製造装置。

要 約 書

アルミニウムまたはその合金から成る薄膜(2)を塩素ガスまたはその気体状の化合物を含有するエッチャントを用いる反応性イオンエッチング(RIE)によりパターニングして形成された配線または電極のアフターコロージョンを防止するために、該配線または電極を、水蒸気を含有する雰囲気中に発生させたプラズマに直接、または、該プラズマから抽出された中性活性種に曝すことによって、前記配線または電極の表面に残留する塩素を除去する。この処理は、酸素を含有する雰囲気に水蒸気を添加することによって、前記RIEにおいて用いられたレジストマスク(3)を除去するためのアッシングと同時にを行うか、または、該アッシング後に独立に行う。後者の独立処理を実施するために、真空排気可能なロードロック室(13)によってRIE装置(10)に接続されたアッシング装置(20)に、第2のロードロック室(13C)を介して、残留塩素を除去するための後処理装置(40)を接続した自動処理システムを開示している。

1/7

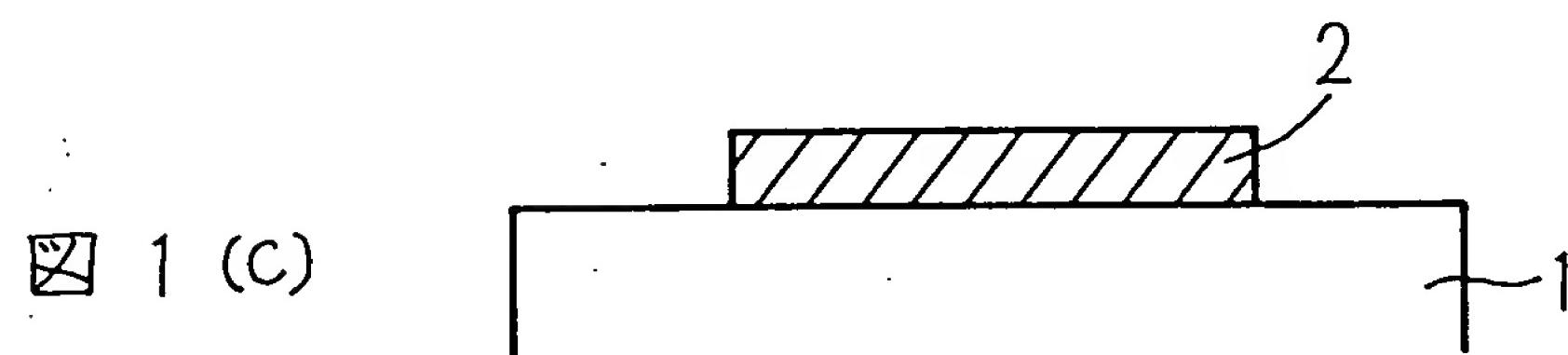
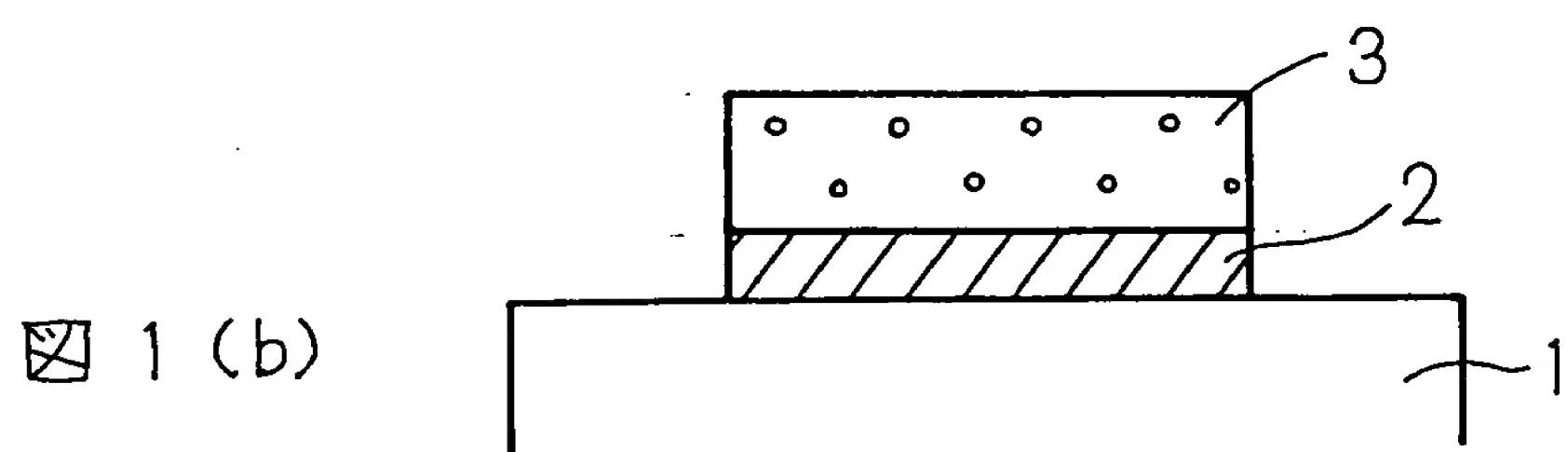
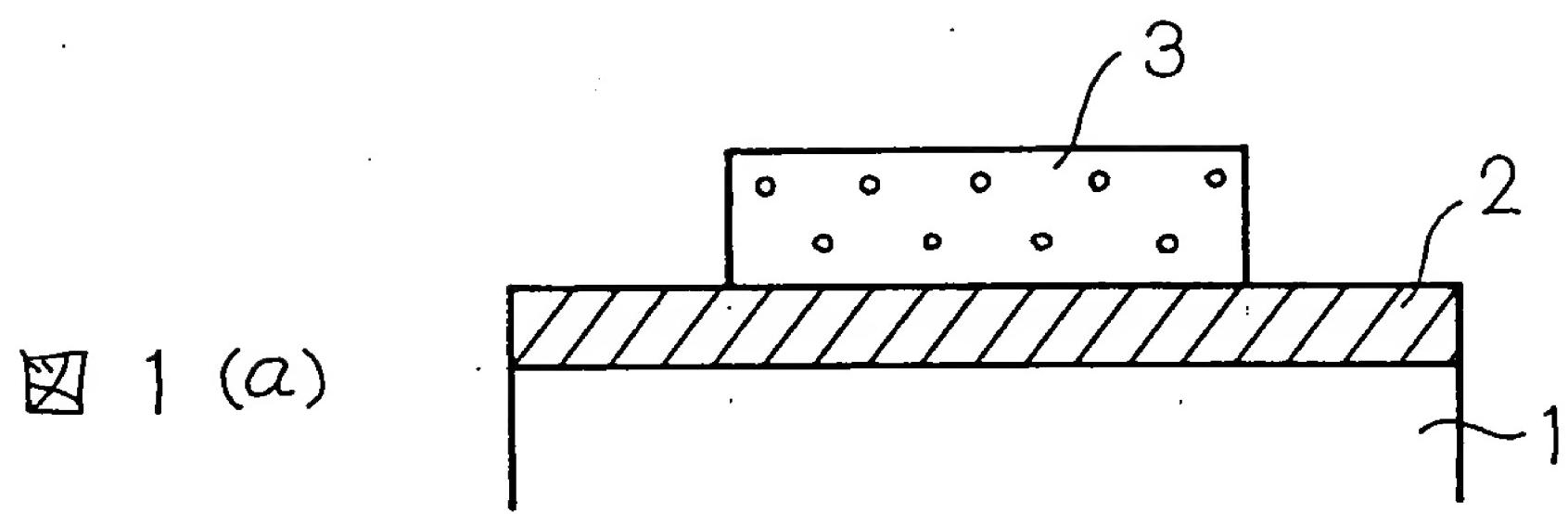
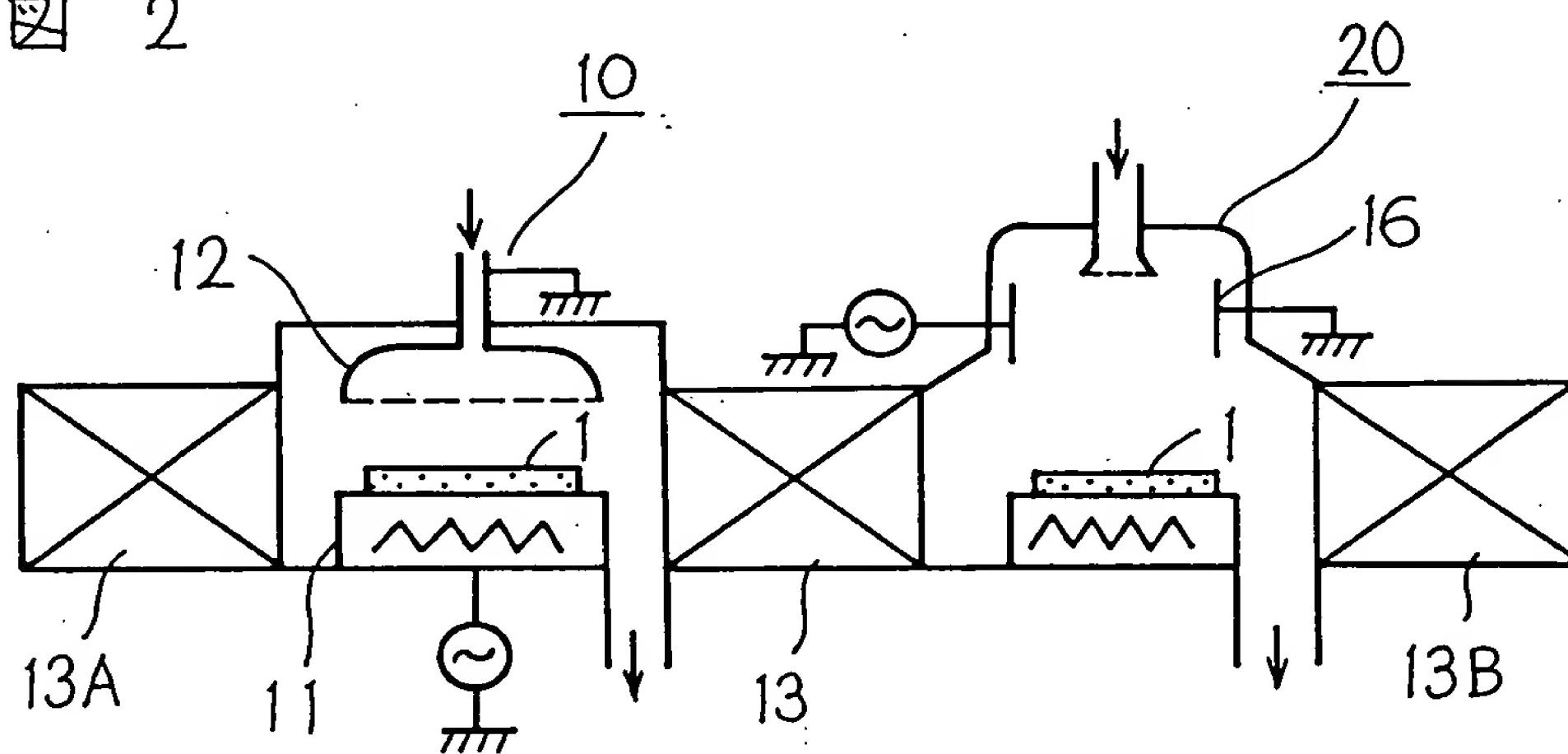


図 2



2/7

図3(a)

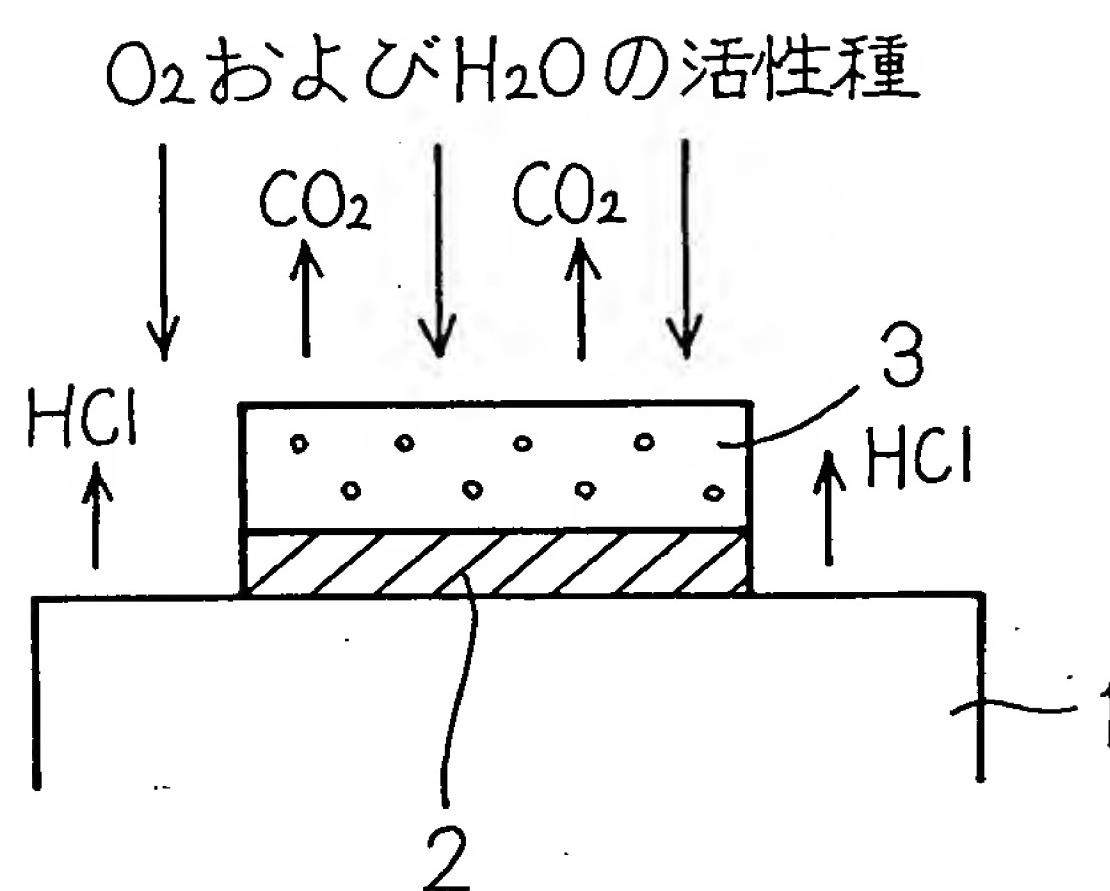


図3(b)

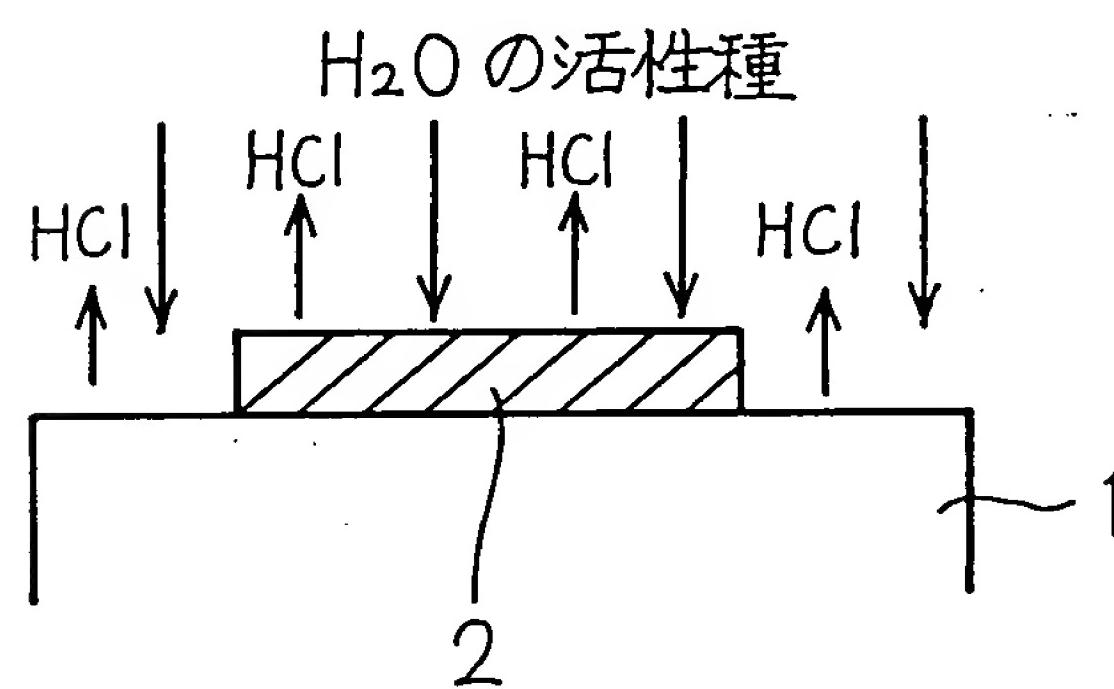
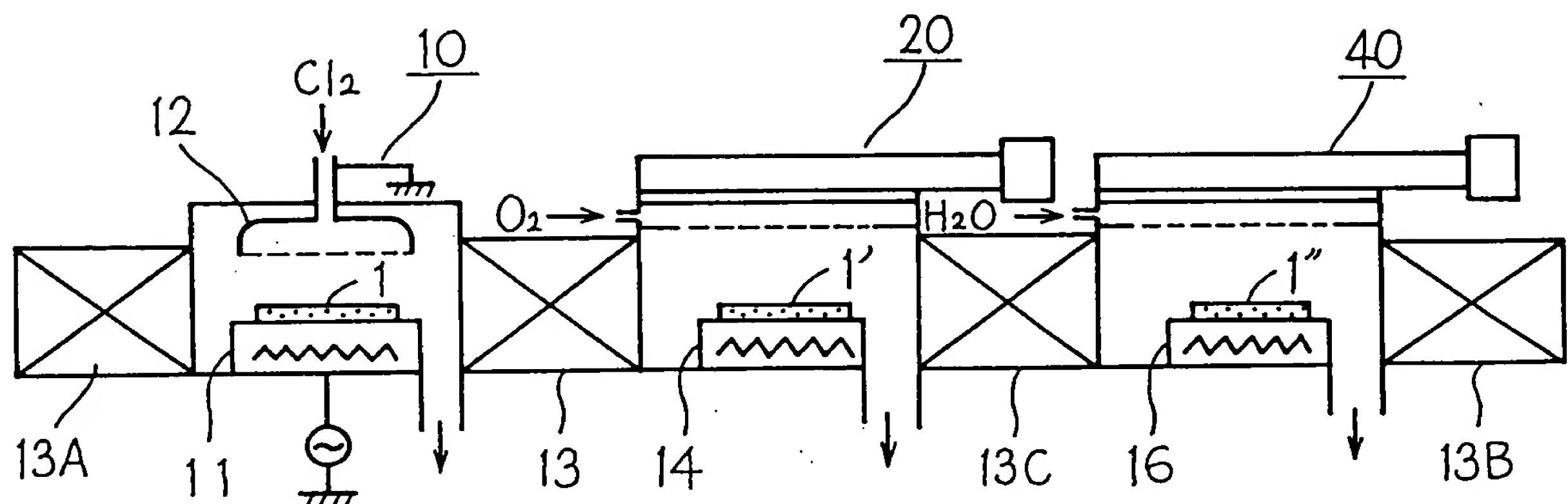


図4



3/7

図5(a)

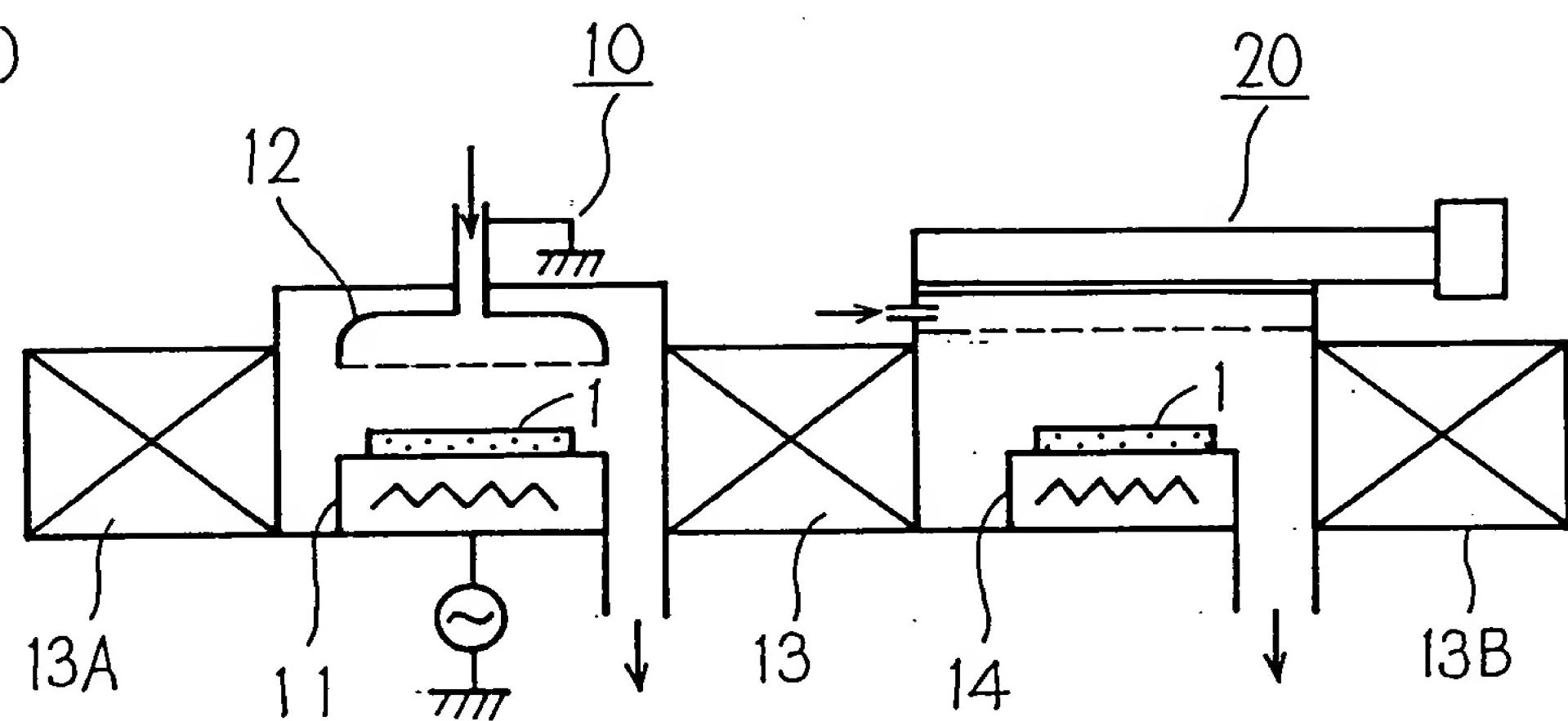
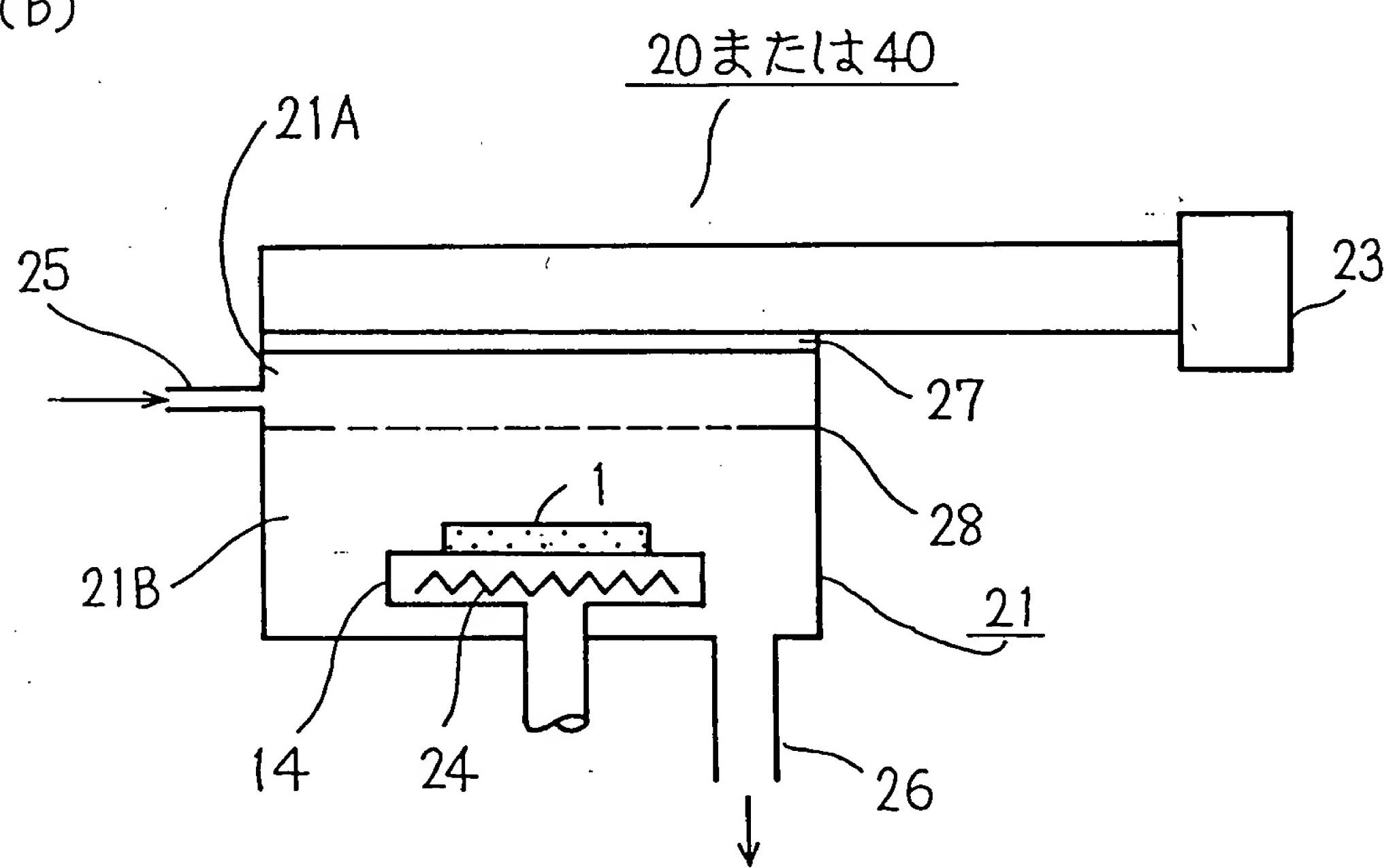


図5(b)



4/7

図 6

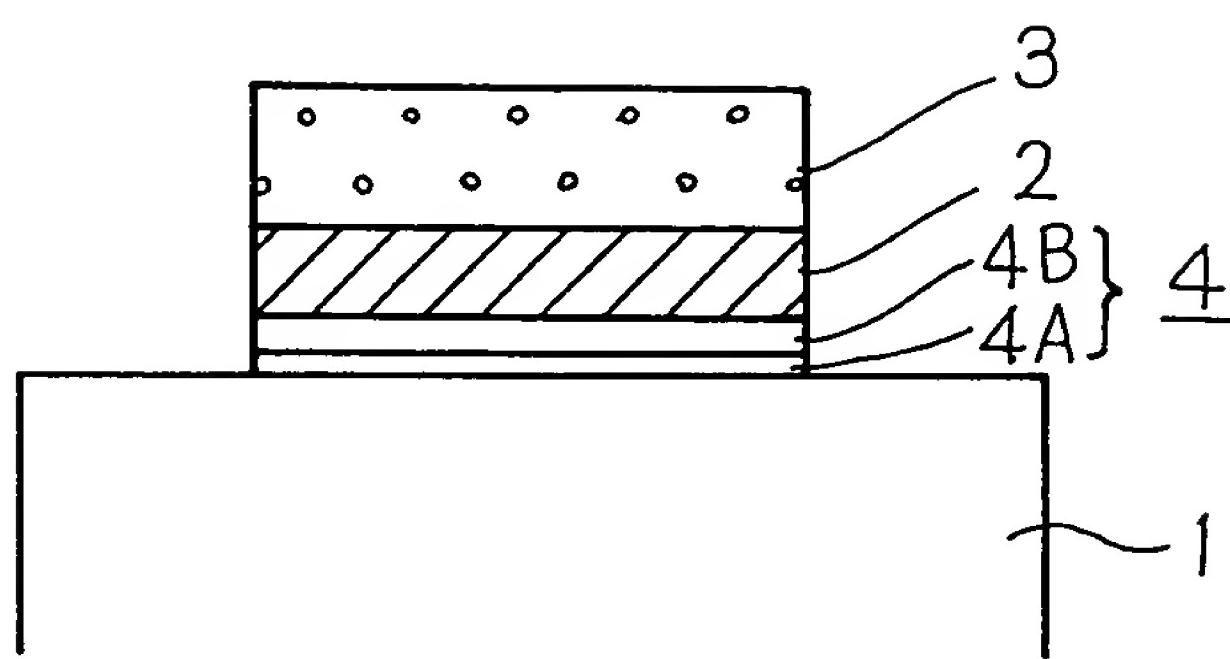
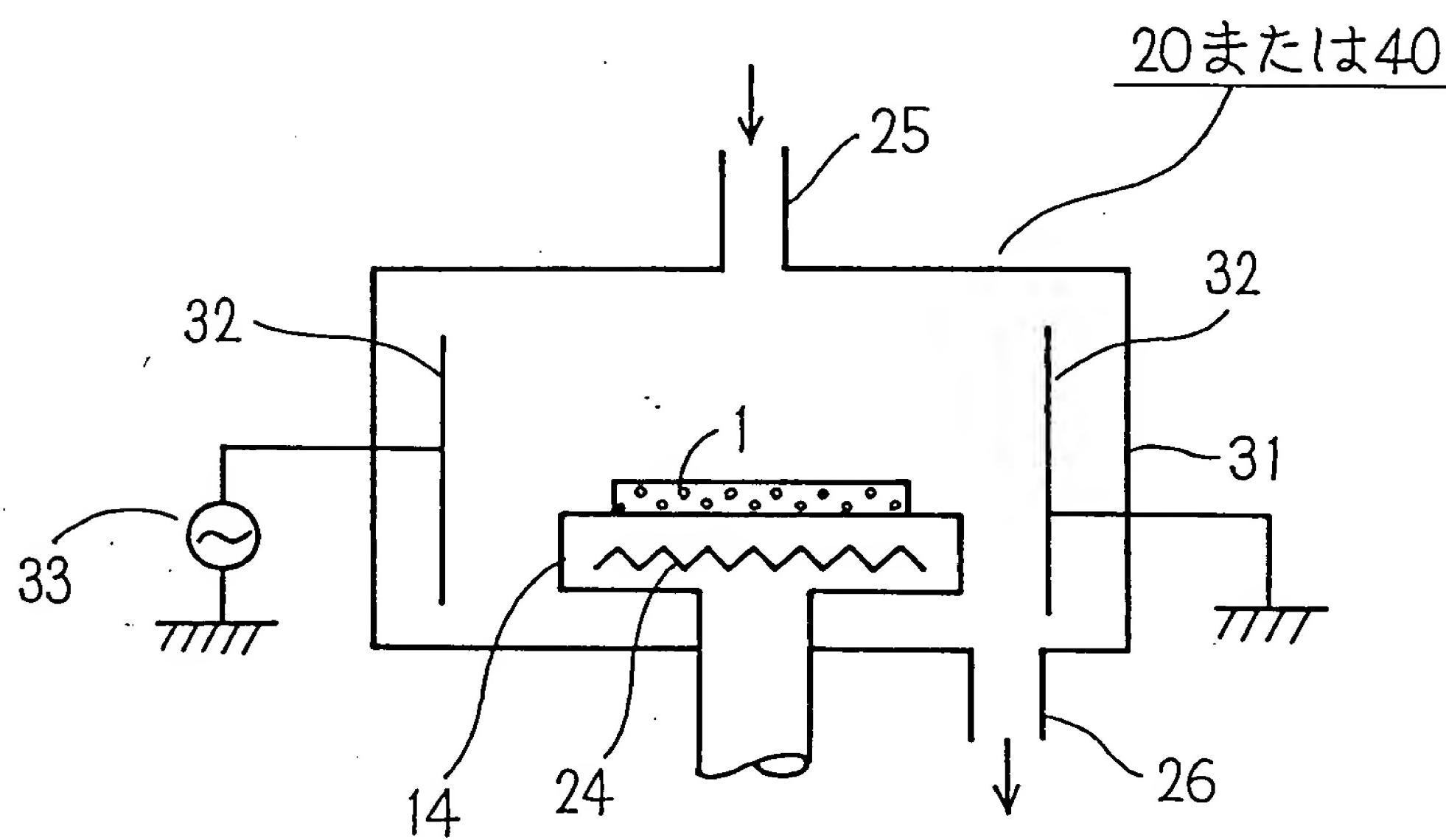
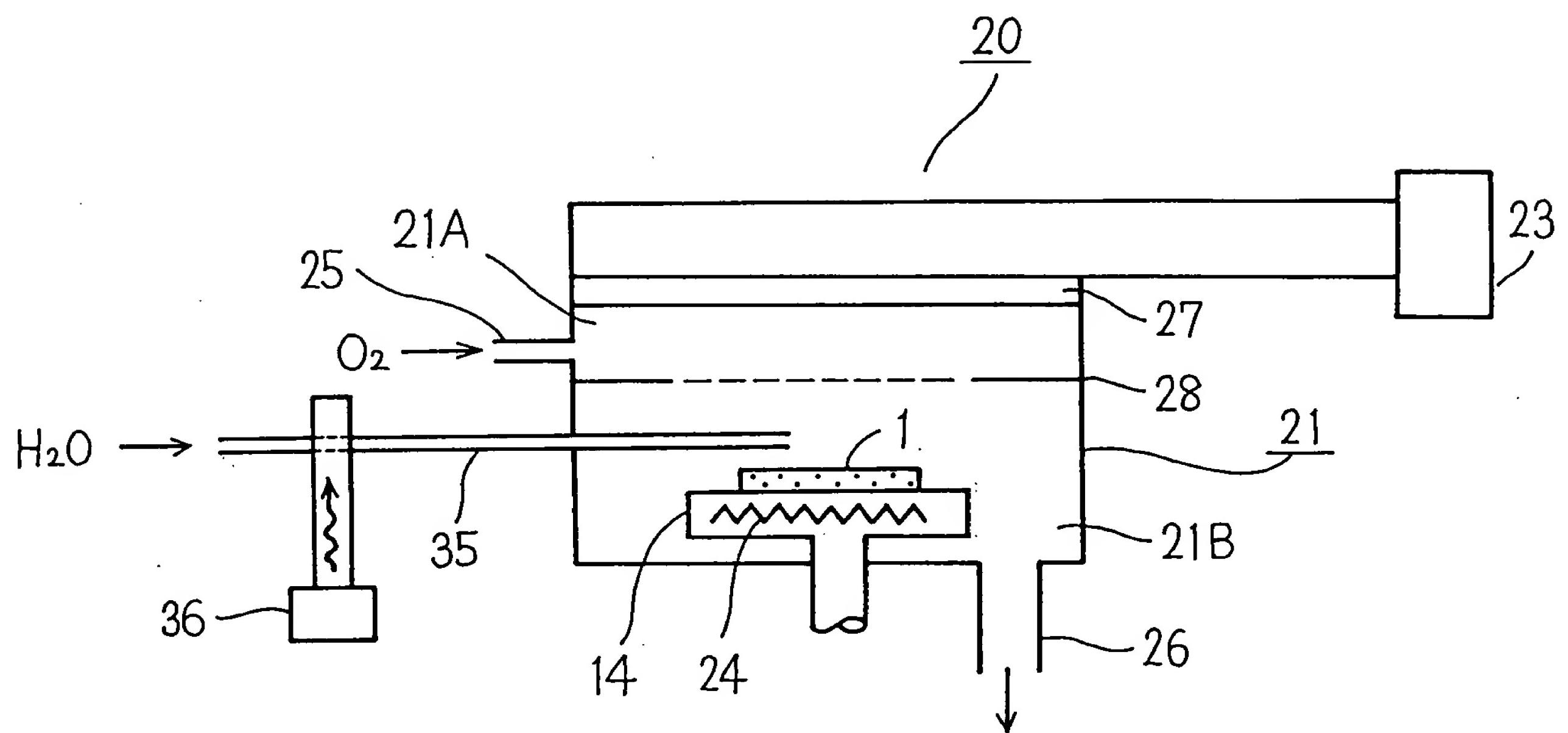


図 7



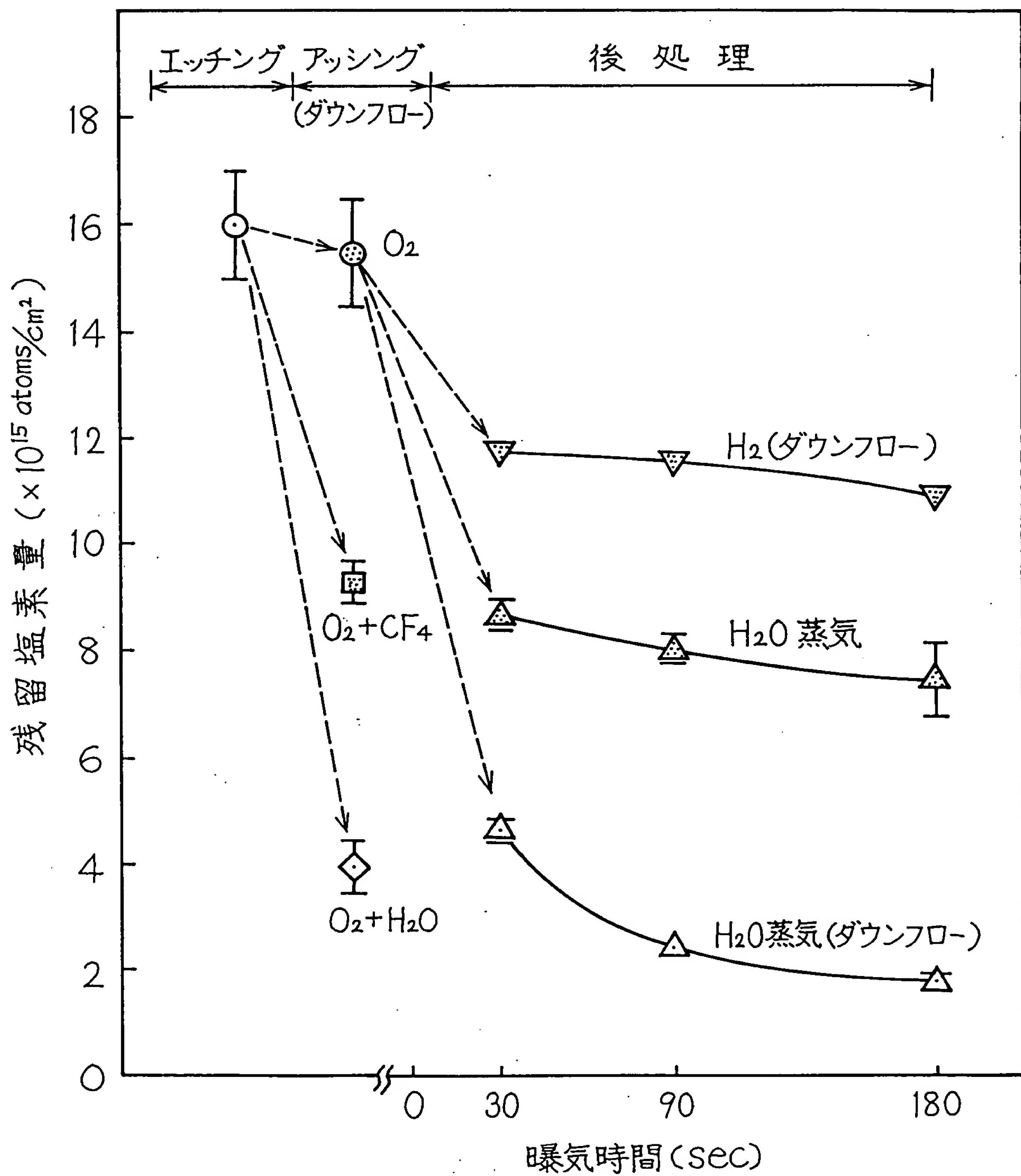
5/7

図 8.



6/7

図 9



参照符号・事項の一覧表

- 1, 1', 1" . . . 基板,
2 . . . アルミニウム膜,
3 . . . マスク,
4 . . . バリヤメタル,
10 . . . RIE 装置,
11, 14 . . . ステージ,
12, 16, 32 . . . 電極,
13, 13A, 13B, 13C . . . ロードロック室,
20 . . . アッシング装置,
21, 31 . . . チャンバ,
21A . . . プラズマ発生室,
21B . . . アッシング室,
23, 36 . . . マイクロ波発生源,
24 . . . ヒータ,
25, 35 . . . ガス導入管,
26 . . . 排気管,
28 . . . シャワーヘッド,
33 . . . 高周波電源,
40 . . . 後処理装置

Ⅲ. の統葉（必要な場合） その他の出願人、発明者（いる場合） この欄に記載した者が出願人となる指定国（該当する場合）各欄に各々 1 人を記載する。

この欄に記載した者は（一つだけチェックする。） 出願人及び発明者である。 出願人である。 発明者である。
氏名（名称） 及びあて名**

石田 利幸 ISHIDA Toshiyuki

〒215 日本国神奈川県川崎市麻生区栗平2丁目3-9-302
3-9-302, Kurihira 2-chome, Asao-ku, Kawasaki-shi, KANAGAWA 215 JAPAN

この欄に記載した者が出願人（又は出願人及び発明者）である場合には次の事項も記載する。

国籍（国名） 日本国 JAPAN 住所（国名） *** 日本国 JAPAN
この欄に記載した者は（一つだけチェックする。） すべての指定国 すべての指定国（米国を除く。） 米国 追記欄に記載した指定国についての出願人である。

この欄に記載した者は（一つだけチェックする。） 出願人及び発明者である。 出願人である。 発明者である。
氏名（名称） 及びあて名**

伊藤 隆広 ITO Takahiro

〒214 日本国神奈川県川崎市多摩区生田1丁目10-11 Hass ヴァローラ 101
Hass valora 101, 10-11, Ikuta 1-chome, Tama-ku, Kawasaki-shi,
KANAGAWA 214 JAPAN

この欄に記載した者が出願人（又は出願人及び発明者）である場合には次の事項も記載する。

国籍（国名） 日本国 JAPAN 住所（国名） *** 日本国 JAPAN
この欄に記載した者は（一つだけチェックする。） すべての指定国 すべての指定国（米国を除く。） 米国 追記欄に記載した指定国についての出願人である。

この欄に記載した者は（一つだけチェックする。） 出願人及び発明者である。 出願人である。 発明者である。
氏名（名称） 及びあて名**

近藤 哲朗 KONDō Tetsuo

〒211 日本国神奈川県川崎市中原区上小田中 1221 サンパレスナイトB-201
Sanparesunaito B-201, 1221, Kamikodanaka, Nakahara-ku, Kawasaki-shi,
KANAGAWA 211 JAPAN

この欄に記載した者が出願人（又は出願人及び発明者）である場合には次の事項も記載する。

国籍（国名） 日本国 JAPAN 住所（国名） *** 日本国 JAPAN
この欄に記載した者は（一つだけチェックする。） すべての指定国 すべての指定国（米国を除く。） 米国 追記欄に記載した指定国についての出願人である。

この欄に記載した者は（一つだけチェックする。） 出願人及び発明者である。 出願人である。 発明者である。
氏名（名称） 及びあて名**

原田 深志 HARADA Fukashi

〒511 日本国三重県桑名市東方221 富士通桑名寮 117
Fujitsu kuwanaryo 117, 221, Higashikata, Kuwana-shi, MIE 511 JAPAN

この欄に記載した者が出願人（又は出願人及び発明者）である場合には次の事項も記載する。

国籍（国名） 日本国 JAPAN 住所（国名） *** 日本国 JAPAN
この欄に記載した者は（一つだけチェックする。） すべての指定国 すべての指定国（米国を除く。） 米国 追記欄に記載した指定国についての出願人である。

- 「出願人及び発明者である。又は「発明者である」として記載した者がすべての指定国についての発明者でないときは必要な事項を「追記欄」に記載する。
- 自然人にあっては姓・名の前に記載し、法人にあっては正式名称を記載する。あて名には郵便番号及び国名も記入する。
- 住所（国名）を記載しないときは、住所の存在する国はあて名に記載された国と同一の国とする。

この統葉を使用しないときは、この用紙を顎書に添付するに及ばない。

Ⅲ. の統葉（必要な場合） その他の出願人、発明者（いる場合） この欄に記載した者が出願人となる指定国（該当する場合） 各欄に各々1人を記載する。

この欄に記載した者は（一つだけチェックする。） 出願人及び発明者である* 出願人である。 発明者である*
氏名（名称） 及びあて名**

藤村 修三 FUJIMURA Shuzo

〒133 日本国東京都江戸川区北小岩1丁目4-6 藤和シティコーポ小岩 401
Towa cityco-op koiwa 401, 4-6, Kitakoiwa 1-chome, Edogawa-ku, TOKYO 133 JAPAN

この欄に記載した者が出願人（又は出願人及び発明者）である場合には次の事項も記載する。

国籍（国名） 日本国 JAPAN 住所（国名） *** 日本国 JAPAN

この欄に記載した者は（一つだけチェックする。） すべての指定国 すべての指定国（米国を除く。） 米国 追記欄に記載した指定国についての出願人である。

この欄に記載した者は（一つだけチェックする。） 出願人及び発明者である* 出願人である。 発明者である*

氏名（名称） 及びあて名**

この欄に記載した者が出願人（又は出願人及び発明者）である場合には次の事項も記載する。

国籍（国名） 住所（国名） ***

この欄に記載した者は（一つだけチェックする。） すべての指定国 すべての指定国（米国を除く。） 米国 追記欄に記載した指定国についての出願人である。

この欄に記載した者は（一つだけチェックする。） 出願人及び発明者である* 出願人である。 発明者である*

氏名（名称） 及びあて名**

この欄に記載した者が出願人（又は出願人及び発明者）である場合には次の事項も記載する。

国籍（国名） 住所（国名） ***

この欄に記載した者は（一つだけチェックする。） すべての指定国 すべての指定国（米国を除く。） 米国 追記欄に記載した指定国についての出願人である。

この欄に記載した者は（一つだけチェックする。） 出願人及び発明者である* 出願人である。 発明者である*

氏名（名称） 及びあて名**

この欄に記載した者が出願人（又は出願人及び発明者）である場合には次の事項も記載する。

国籍（国名） 住所（国名） ***

この欄に記載した者は（一つだけチェックする。） すべての指定国 すべての指定国（米国を除く。） 米国 追記欄に記載した指定国についての出願人である。

* 「出願人及び発明者である。又は「発明者である」として記載した者がすべての指定国についての発明者でないときは必要な事項を「追記欄」に記載する。

** 自然人には姓・名の順に記載し、法人にはあては正式名称を記載する。あて名には郵便番号及び国名も記入する。

*** 住所（国名）を記載しないときは、住所の存在する国はあて名に記載された国と同一の国とする。

この統葉を使用しないときは、この用紙を顕微鏡に添付するに及ばない。

V. 代理人又は代表者（いる場合）、通知のあて名 2人以上の出願人が存在する場合であって代理人がいないときにのみ代表者を選任することができる。代表者は出願人の1人でなければならない。
次の者を管轄国際機関に対して出願人のために手続をする代理人又は代表者に選任した。
氏名（名称）及びあて名（郵便番号及び国名も記載する。）通知のあて名をこの欄に記載するときはチェックする。□

7259弁理士 井桁 貞一 IGETA Sadakazu
 〒211 日本国神奈川県川崎市中原区上小田中 1015 番地
 富士通株式会社内 C/O FUJITSU LIMITED
 1015, Kamikodanaka, Nakahara-ku, Kawasaki-shi, KANAGAWA 211 JAPAN.
 電話番号（市外局番を含む） 044-754-3035 電報のあて名 FUJITSU LIMITED 加入電信番号 3842122
 KAWASAKI FTKAWJ

V. 国群又は国の指定⁽¹⁾、特定の種類の保護又は取扱いの選択

次を指定する。（該当する□内にチェックする。）

広域特許

EP ヨーロッパ特許⁽²⁾。AT オーストリア Austria, BE ベルギー Belgium, CH and LI スイスオ及びリヒテンシュタイン Switzerland and Liechtenstein, DE 西ドイツ Germany (Federal Republic of), DK デンマーク Denmark, ES スペイン Spain, FR フランス France, GB 英国 United Kingdom, IT イタリア Italy, LU ルクセンブルグ Luxembourg, NL オランダ Netherlands, SE スウェーデン Sweden 及びヨーロッパ特許条約とPCTの締約国である他の国

OA OAPI特許。ベナン Benin, ブルキナ・ファソ Burkina Faso, カメルーン Cameroon, 中央アフリカ Central African Republic, チャード Chad, コンゴー Congo, ガボン Gabon, マリ Mali, モーリタニア Mauritania, セネガル Senegal, トーゴー Togo 及びOAPIとPCTの締約国である他の国⁽³⁾
 他のOAPI保護を求める場合には点線上に記載する。

国内特許（他の種類の保護又は取扱いを求める場合には点線上に記載する。）⁽³⁾

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> AT オーストリア Austria ⁽³⁾ | <input checked="" type="checkbox"/> KR 韓国 Republic of Korea ⁽³⁾ |
| <input type="checkbox"/> AU オーストラリア Australia ⁽³⁾ | <input type="checkbox"/> LK スリ・ランカ Sri Lanka |
| <input type="checkbox"/> BB バルバドス Barbados | <input type="checkbox"/> LU ルクセンブルグ Luxembourg ⁽³⁾ |
| <input type="checkbox"/> BG ブルガリア Bulgaria ⁽³⁾ | <input type="checkbox"/> MC モナコ Monaco ⁽³⁾ |
| <input type="checkbox"/> BR ブラジル Brazil ⁽³⁾ | <input type="checkbox"/> MG マダガスカル Madagascar |
| <input type="checkbox"/> CA カナダ Canada | <input type="checkbox"/> MW マラウイ Malawi ⁽³⁾ |
| <input type="checkbox"/> CH and LI スイス及びリヒテンシュタイン Switzerland and Liechtenstein | <input type="checkbox"/> NL オランダ Netherlands |
| <input type="checkbox"/> DE 西ドイツ Germany (Federal Republic of) ⁽³⁾ | <input type="checkbox"/> NO ノールウェー Norway |
| <input type="checkbox"/> DK デンマーク Denmark | <input type="checkbox"/> RO ルーマニア Romania |
| <input type="checkbox"/> ES スペイン Spain ⁽³⁾ | <input type="checkbox"/> SD スーダン Sudan |
| <input type="checkbox"/> FI フィンランド Finland | <input type="checkbox"/> SE スウェーデン Sweden |
| <input type="checkbox"/> GB 英国 United Kingdom | <input type="checkbox"/> SU ソヴィエト連邦 Soviet Union ⁽³⁾ |
| <input type="checkbox"/> HU ハンガリー Hungary | <input checked="" type="checkbox"/> US 米国 United States of America ⁽³⁾ |
| <input checked="" type="checkbox"/> JP 日本 Japan ⁽³⁾ | |

この様式の施行後にPCT締約国となった国を指定（国内特許のために）するときは、以下に記載する。

(1) 出願人は□内にアラビア数字による連続番号を記入することにより指定の順序を選択することができる。

(2) ヨーロッパ特許についての個々の国の選択は、区内（広域）段階に入る際に、ヨーロッパ特許庁に対し、することができる。

(3) 他の種類の保護又は取扱い（米国において取扱又は一部統括の取扱い）を求める場合にはその旨記載すること。

追記欄 次の場合にこの欄を使用する。

- (i) 4人以上の出願人及び(又は)発明者がいる場合。この場合には「Ⅲ欄の続き」と書き、追加の各人についてⅢ欄において必要とされる事項を同形式で記載する(出願人及び発明者をⅢ.の統葉に記載した場合にはこの欄に記載する必要はない)。
- (ii) Ⅱ欄又はⅢの各欄において「追記欄に記載した国」にチェックした場合。この場合には「Ⅱ欄の続き」若しくは「Ⅲ欄の続き」又は「Ⅱ欄及びⅢ欄の続き」と書き、出願人名を記載し、次にその者が出願人となる国名(又は該当する場合のEP若しくはOA)を記載する。
- (iii) Ⅱ欄又はⅢの各欄において「出願人及び発明者」又は「発明者」として記載した者がすべての指定国又は米国についての発明者でない場合。この場合には「Ⅱ欄の続き」若しくは「Ⅲ欄の続き」又は「Ⅱ欄及びⅢ欄の続き」と書き、発明者名を記載し、次にその者が発明者となる国名(又は該当する場合のEP若しくはOA)を記載する。
- (iv) 2人以上の代理人が存在し、その者のあて名が同一でない場合。この場合には「Ⅳ欄の続き」と書き、追加の各代理人についてⅣ欄において必要とされる事項を同形式で記載する。
- (v) Ⅴ欄において国名(又はOAPI)が「追加特許」若しくは「追加発明者証」の記載を伴う場合又は米国の表示が「継続」若しくは「一部継続」の記載を伴う場合。この場合には「Ⅴ欄の続き」と書き、国名(又はOAPI)を記載し、次に原特許又は原出願の番号及び原特許の日付又は原出願日を記載する。
- (vi) 優先権を主張している4以上の先の出願が存在する場合。この場合には「Ⅵ欄の続き」と書き、追加の先の出願をⅥ欄において必要とされる事項を同形式で記載する。
- (vii) 記載すべき情報のすべてを当該欄に記載しきれない場合。この場合には「---欄の続き」と書き、記載しきれなかった欄において必要とされる情報を同様の方法により記載する。
- (viii) 出願人が、いずれかの指定官庁について、不利にならない開示又は発明の新規性の喪失の例外に関する国内法令の規定の適用を受けようとする場合。この場合には「不利にならない開示又は発明の新規性の喪失の例外に関する陳述」と書き、以下にその説明を記載する。

この追記欄を使用しないときは、この用紙を願書に添付する必要はない。

VI 優先権の主張（該当する場合）
国名（先の出願が国内出願である場合にはその出願がされた国名を、先の出願が広域出願又は国際出願である場合にはその出願がその国についてされた国の国名の一つを記載する。）

(1) 日本国 JAPAN

下記の先の出願に基づく優先権を主張する。

先の出願の日
(日、月、年)

27. 06. 90

先の出願の番号

平成2年特許願
第17179号

先の出願が広域出願又は国際出願である場合には、その出願がされた官庁名を記載する。

(2)

(3)

（国名又は官庁名の記載には2文字の国名コードを使用することができる。）

上記の先の出願のうち次の番号の出願書類の認証謄本

を作成し国際事務局へ送付することを特許庁長官に請求している。

VI. 先の調査（該当する場合） 国際調査機関による調査（国際、国際型又はその他）を既に請求しており、可能な限り当該調査の結果を国際調査の基礎とすることを請求する場合に記入する。関連する出願（若しくはその翻訳）又は関連する調査請求を表示することにより当該調査又は請求を特定する。

国際出願番号又はその他の出願の番号及び先の出願の国名（又は広域官庁名） 国際／広域／国内 出願日

調査請求日

調査請求番号（可能な場合）

VII. 出願人又は代理人の記名押印

井 桂 貞 一



代理人にあっては1名が記名押印し、その代理人を選任する別個の委任状であって出願人により記名押印されたものが必要である。この場合にあって、包括委任状（受理官庁に提出した）を利用するときはその原本を添付する。

IX. 照合欄（出願人が記入する。）

この国際出願の用紙の枚数は次のとおりである。

1. 領書	6枚
2. 明細書	19枚
3. 請求の範囲	5枚
4. 要約書	1枚
5. 図面	7枚
合計	38枚

要約書とともに公表する図として第 3, 4 図
を提示する（図面がある場合）。

出願時におけるこの国際出願には、以下にチェックした書類等が添付されている。

1. 別個の記名押印された委任状
2. 包括委任状の謄本
3. 優先権書類（V欄参照）
4. 納付する手数料に相当する特許印紙を貼付した書面
5. 国際事務局の口座への振込みを証明する書面
6. 口座払出請求
7. その他（具体的に記載する。）

（受理官庁記入欄）

1. 国際出願として提出された書類の実際の受理の日

2. 国際出願として提出された書類を補完する書類又は図面

であってその後機関内に提出されたものの実際の受理の日（訂正日）

3. 条約第11条に基づく必要な補完の所定の期間内の受理の日

4. 図面 受理された。 不足図面がある。

（国際事務局記入欄）

記録原本の受理の日

委任状

1991年 6月 25日

私儀弁理士井桁貞一氏を代理人と定めて下記の権限を委任します。

1. 特許協力条約に基づく国際出願
「半導体集積回路の製造方法およびそれに用いる製造装置」
に関する一切の件
2. 上記出願又は指定国の指定を取り下げる件
3. 上記出願に対する国際予備審査の請求に関する一切の件並びに
選択国の選択を取り下げる件

住所 〒 511 日本国 三重県桑名市東方 327-3 AZハウス 205
氏名 今野 順一 

住所 〒 216 日本国 神奈川県川崎市宮前区野川 293
氏名 品川 啓介 

住所 〒 215 日本国 神奈川県川崎市麻生区栗平 2丁目
3-9-302
氏名 石田 利幸 

住所 〒 214 日本国 神奈川県川崎市多摩区生田 1丁目
10-11 Hass ヴァローラ 101
氏名 伊藤 隆広 

住所 〒 211 日本国 神奈川県川崎市中原区上小田中 1221
氏名 近藤 哲朗

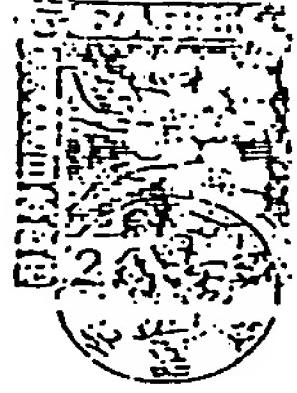


住所 〒 511 日本国 三重県桑名市東方 221
氏名 原田 深志



住所 〒 133 日本国 東京都江戸川区北小岩 1丁目
4-6 藤和シティコーポ小岩 401
氏名 藤村 修三





包 括 委 任 状

1986年 2月 3日

私儀 弁理士 井桁 貞一 氏を代理人と定めて下記の権限を委任します。

1. 特許協力条約に基づくすべての国際出願に関する一切の件
2. 上記出願又は指定国の指定を取下げる件
3. 上記出願に対する国際予備審査の請求に関する一切の件並びに選択国の選択を取下げる件

あて名 ③211 日本国神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

名称 富士通株式会社

代表取締役
社長

山本 卓真



明細書

半導体集積回路の製造方法および それに用いる製造装置

技術分野

本発明は、半導体集積回路の製造におけるリソグラフ工程に係り、とくにアルミニウムまたはその合金から成る導電膜を塩素あるいは臭素またはこれらの化合物をエッチャントとして用いてドライエッチングした場合に該導電膜の表面等に残留する塩素あるいは臭素の除去に関する。

背景技術

シリコンウェハ等の基板上に形成される半導体集積回路を構成する配線としては、アルミニウム(Al)の薄膜やアルミニウムにシリコン(Si)または銅(Cu)を添加した合金の薄膜が広く用いられている。シリコンウェハとアルミニウム薄膜との合金化反応によるコンタクト抵抗の増大を防止するため、これらの接触界面に、チタン(Ti)や窒化チタン(TiN)、あるいは、チタン—タンゲステン(TiW)の薄膜をいわゆるバリヤメタルとして介在させる場合もある。

上記のような配線を形成するための導電膜のパターニングは、通常、レジスト層から成るマスクを用いて選択的にエッティングするリソグラフィによって行われる。微細な配線パターンの形成を可能にするために異方性のエッティングが必要とされ、現在のところ、反応性イオンエッティング

(RIE) が代表的なエッティング方法として用いられている。また、レジストマスクの除去としては、トリクロルエチレン等の公害上問題となる溶剤を用いないで実施可能ないわゆるアッシングが適用されている。

これらエッティング方法およびアッシング方法は、いずれも乾式工程であり、湿式工程におけるようなエッティング溶液や溶剤中の不純物による汚染がなく、また、工程管理や自動処理に適している。これら工程の概要を図 1 および図 2 を参照して説明する。

図 1 は上記リソグラフィ工程における被処理部材の断面の変化を示し、図 2 は、このリソグラフィ工程におけるエッティングおよびアッシングを自動的に行うための処理システムの構造例を模式的に示す。

図 2 のシステムは、アルミニウム膜をエッティングするための RIE 装置 10 と、このエッティング後にレジストマスクを除去するためのアッシング装置 20 とが、真空排気可能なロードロック室 13 を介して連結されたている。ロードロック室 13 により、アルミニウム膜は大気に触れることなく RIE 装置 10 からアッシング装置 20 に輸送される。また、RIE 装置 10 の入口側には、別のロードロック室 13A が、また、アッシング装置 20 の出口側には別のロードロック室 13B がそれぞれ設けられている。ロードロック室 13A および 13B により、RIE 装置 10 およびアッシング装置 20 内に大気を導入することなく、これら装置 10 および 20 の内部に前記アルミニウム膜が形成された基板を挿入または取り出すことができる。

図 1 (a) を参照して、例えばシリコンウエハから成る基板 1 の一表面全体にアルミニウム膜 2 を堆積したのち、アルミニウム膜 2 上にレジストを塗布する。このレジストの所定部位に対して紫外線や電子線あるいはエキシマレーザや X 線等のエネルギー ビームを照射したのち現像することにより、前記レジストから成るマスク 3 が形成される。なお、アルミニウム膜 2 が堆積される基板 1 表面は、通常、 SiO_2 等から成る図示しない絶縁層によって覆われており、この絶縁層の一部に設けられたコンタクトホール内に、基板 1 の表面や下層配線が表出している。

上記のようにしてマスク 3 が形成された基板 1 を、図 2 におけるロードロック室 13A を通じて RIE 装置 10 内のステージ 11 上に設置する。そして RIE 装置 10 内に、例えば塩素ガス (Cl_2) を導入して所定圧力に制御しながら、ステージ 11 と電極 12 間に電圧を印加してプラズマを発生させる。これにより、図 1 (b) に示すようにアルミニウム膜 2 が異方性エッチングされる。

上記のようにしてエッチングされたアルミニウム膜 2 を有する基板 1 を、図 2 におけるロードロック室 13 を通じてアッキング装置 20 に送入する。そして、アッキング装置 20 内に、例えば酸素ガス (O_2) を導入して所定圧力に制御しながら、対向する一対の電極 16 間に電圧を印加する。これにより、電極 16 間にプラズマが発生する。前記レジストから成るマスク 3 は、主としてこのプラズマ中の励起状態の酸素原子または分子あるいはイオンと反応して気化し、アッキング装置 20 の外部に排出される。このようにして、図 1

(c) に示すように、アルミニウム膜 2 上のマスク 3 が除去される。

図 2 には、被処理部材がプラズマに直接に曝される、プラズマアッシングと呼ばれるアッシング装置 20 が示されている。これに対して、プラズマ中の中性活性種のみを抽出して被処理部材に照射する、いわゆるダウンフロー型のアッシング装置を備えた自動処理システムについても、上記の工程は同様である。また、上記プラズマを発生させる手段として、電極 16 の代わりにマイクロ波や高周波コイルによる励起方法もしばしば用いられている。

アルミニウムまたはその合金膜の RIE においては、上記のような塩素ガス (Cl_2) の他に、三塩化硼素 (BCl_3) や四塩化珪素 ($SiCl_4$) 等の気体状の塩素化合物、あるいは、臭素ガス (Br_2) または臭化水素 (HBr) や三臭化硼素 (BBr_3) 等の気体状の臭素化合物がエッチャントとして用いられる。

上記のようにしてエッチングおよびアッシングが終了した基板 1 を大気中に取り出すと、アルミニウムやその合金の薄膜から成る配線に腐食（アフターコロージョン）が発生する現象がしばしば認められる。この腐食によって、配線の抵抗が増大したり、甚だしい場合には、断線が生じる。このような抵抗の増大や断線は、配線がパッシベーション用の絶縁層によって覆われた状態の半導体集積回路が長期にわたって使用されている間にも生じるため、製品の信頼性を低下する原因となる。

上記のようなアフターコロージョンのメカニズムは現在のところ完全に解明されていないが、エッチングにおいて

用いられたエッチャントの成分である塩素や臭素またはこれらの化合物が、アルミニウム膜の表面に残留していることが原因であると考えられている。すなわち、アッシング終了後に基板 1 が大気中に取り出された際に、例えばこの残留塩素が大気中の水分と反応して塩酸(HCl) 等を生成し、アルミニウム膜を腐食すると言う機構である。

図 2 のような自動処理システムを導入することにより、エッチングにおいて塩素等が表面に結合したアルミニウム膜が、大気に触れることなくアッシング装置に送られ、ここで残留塩素等の大部分が除去されるため、上記のようなアフターコロージョンが大幅に低減される。

しかしながら、最近、純粋なアルミニウム膜に比べてエクトロマイグレーションやストレスマイグレーションを生じ難いアルミニウム—銅(Al-Cu) 合金が配線材料として用いられるようになった。前述のように、Ti や TiN あるいは TiW の薄膜が、シリコン基板または多結晶シリコン下層配線とアルミニウム配線との合金化反応を阻止するためのバリヤメタルとして用いられている。

これら Al-Cu 合金膜やバリヤメタルは、上記のような残留塩素から発生した塩酸の存在によって、異種金属の粒界や薄膜界面に電池を形成するため、腐食が促進される。したがって、図 2 のような自動処理システムを導入しても、アフターコロージョンを完全に回避できない問題があった。

発明の開示

本発明は、上記のようなアルミニウムまたはその合金の

薄膜から成る配線におけるアフターコロージョンを防止すること、より具体的には、上記アッシング後に、配線の側面を含む全露出表面および配線の周囲に表出する基板の表面に残留する塩素等をより完全に除去可能な方法およびこれを実施するための装置を提供することを目的とする。

したがって、本発明により、アルミニウムまたはその合金の薄膜から成る配線を有する半導体集積回路の製造歩留まりが改善されるとともに、該半導体集積回路の長期間にわたる使用に対する信頼性が向上される。

本発明は、次の各態様のいずれかを含むことを特徴とする。すなわち、

(1) 図 3 (a) に示すように、基板 1 の一表面に形成されたアルミニウムまたはその合金の膜 2 をレジストから成るマスク 3 で選択的に覆ったのち該マスク 3 から表出する該膜 2 を塩素または臭素もしくはこれらの化合物を含有する気体状のエッチャントを用いて選択的にエッチングし、前記エッチングに用いられた該マスク 3 を酸素ガスおよび水蒸気を含有する雰囲気中に発生させたプラズマに直接に曝すかまたはこのプラズマから抽出された中性活性種に曝してアッシングして除去するとともに該マスク 3 が除去されて表出した該膜 2 の表面に残留している前記エッチャントの成分である塩素または臭素もしくはこれらの化合物を離脱させて除去する。または、

(2) 上記において、マスク 3 を、酸素ガスを含有する雰囲気中に発生させたプラズマから抽出された中性活性種に曝してアッシングを行い、一方、マスク 3 が除去されつつあ

る膜 2 を、水蒸気を含有する雰囲気中に発生させたプラズマを薄膜 2 に曝して残留塩素等の除去を行う。または、

(3) 上記において、図 3(b) に示すように、アッシングによるマスク 3 の除去工程ののちに、薄膜 2 を、水蒸気を含有する雰囲気中に発生させたプラズマに直接または該プラズマから抽出された中性活性種に曝してその表面に残留する塩素等の除去を行う。

図 3(a) および(b) においては、上記中性活性種として O_2 と H_2O が、レジストマスク 3 が除去されるときの生成物として CO_2 が、また、上記中性活性種と残留塩素とが反応して除去されるときの生成物として HCl が、それぞれ代表して示されているが、当然のことながら上記中性活性種および生成物はこれらに限られるものではない。

(4) 上記(3)における残留塩素等の除去を、アッシング装置とは別の装置を用いて実施可能なように自動処理システムを構成する。すなわち、図 4 に示すように、ロードロック室 13 を介して RIE 装置 10 に接続されたアッシング装置 20 に、別のロードロック室 13C を介して後処理装置 40 を接続した構成である。後処理装置 40 としては、アッシング装置 20 と同様に、ダウンフロー型または被処理部材がプラズマに直接に曝されるプラズマ処理型のいずれかを用いる。

図 4 において、参照符号 1 は、アルミニウムまたはその合金の薄膜を選択的に覆うレジストマスクが形成された基板、参照符号 1' は、前記薄膜がエッチングされた基板、参照符号 1" は、前記レジストマスクが除去された基板を示す。

酸素を含むガスを用いるダウンストリームアッシングにおいて、アッシング速度を向上する目的で、前記ガスに水を添加するアッシング方法を本出願人は提案している（特開昭64-48421、昭和62年8月19日付出願）。しかし、この方法においては、アッシングの前工程のエッチングの条件については規定されておらず、また、塩素ガス等のエッチャントを用いてパターニングされたアルミニウム膜のアフターコロージョンが、水蒸気を含む雰囲気中に発生させたプラズマを利用することにより防止される効果については示唆されていない。

また、塩素系の反応ガスを用いてエッチングされたアルミニウム膜を、減圧雰囲気中で水蒸気に曝すことによってアフターコロージョンを防止する方法が本出願人によって提案されている（特開平3-41728、平成1年7月7日付出願）。しかし、この方法においては、塩素等のアフターコロージョンの原因となる残留成分の除去は熱的反応に依存しており、この反応を促進するために被処理基板を120°C程度に加熱するのみである。

これらの出願に対して本発明は、塩素ガス等のエッチャントを用いてパターニングされたアルミニウム膜を、アッシングと同時またはアッシング後のいずれかの段階で、水蒸気を含有する雰囲気中に発生させたプラズマに直接あるいはこのプラズマから抽出された励起状態のH₂Oや原子状態の水素(H)あるいはOH遊離基等の活性種に曝すことによって残留塩素等を除去する。したがって、上記出願のように単に水蒸気に曝す方法に比べて、除去反応が促進され

るため、熱的反応では除去不可能な強固に結合している塩素等を除去可能となる。

図面の簡単な説明

図1は、半導体集積回路における配線のパターニング工程を説明するための模式的断面図。

図2は、半導体集積回路における配線のパターニングを実施するための自動処理装置の構造例を示す模式図。

図3は、本発明の原理を説明するための模式的断面図。

図4は、本発明に係る自動処理装置の構造例を示す模式図。

図5(a)は、本発明の実施に用いられた自動処理装置の構造例を示す模式図。

図5(b)は、図4または図5(a)におけるアッキング装置20または後処理装置40の詳細構造を示す模式図。

図6は、本発明の方法により処理される配線の構造例を示す模式的断面図。

図7は、図4または図5(a)におけるアッキング装置20または後処理装置40の代替例の詳細構造を示す模式図。

図8は、図4または図5(a)におけるアッキング装置20の代替例の詳細構造を示す模式図。

図9は、本発明による残留塩素量の減少効果を示すグラフ。

発明を実施するための最良の形態

以下本発明の実施例を図面を参照して説明する。以下の

図面において、既掲の図面における部分と同じものには同一符号を付してある。

実施例 1

図1(a)に示したような、2%の銅を含有するアルミニウム(Al-2%Cu)から成る膜2を選択的に覆うレジストから成るマスク3が形成された基板1を、図2に示した自動処理システムにおけるロードロック室13Aを通じてRIE装置10内に送入し、ステージ11上に載置する。

RIE装置10内を 2×10^{-4} Torrに真空排気したのち、例えば塩素ガス(Cl₂)と四塩化珪素(SiCl₄)との混合ガスを導入し、全圧を 8×10^{-2} Torrに保ち、ステージ11と電極12間に高周波電圧を印加する。これによりステージ11と電極12との間に発生したプラズマ中のイオンやラジカルによって基板1上のアルミニウム膜2(図示省略)が異方性エッチングされる。

上記のようにしてアルミニウム膜2がエッチングされた基板1を、真空排気されたロードロック室13を通じてアッシング装置20に送入し、ステージ14上に載置する。同図におけるアッシング装置20は、いわゆるプラズマアッシング型である。アッシング装置20内部に、酸素ガス(O₂)および水蒸気(H₂O)を、それぞれ、流量1～2SLMおよび100～300SCCMで導入し、全圧を1Torrに保持する。そして、例えばステージ14に設けられているヒータにより、基板1を100～200°Cに加熱する。この状態で、電極16に、例えば周波数2.54MHzの高周波電力を供給してプラズマを発生させ、前記レジストマスク3をアッシングする。上記高周波

数電力は1.5kW程度である。

上記実施例のようにして処理されたアルミニウム膜2を大気中に48時間放置しても、アフターコロージョンの発生は認められなかった。比較のために、上記実施例においてアッシング室21Bに導入するガスに水蒸気を添加しないでアッシングを行ったところ、アルミニウム膜2を大気中に1時間放置するとアフターコロージョンが顕著に発生することが認められた。

また、上記においてRIE装置10に導入するガス中の塩素ガス(Cl₂)を臭素ガス(Br₂)に、四塩化珪素(SiCl₄)を四臭化珪素(SiBr₄)にそれぞれ置き換えた場合においても同様の結果を得た。

実施例2

図6に示すようなチタン(Ti)膜4Aと窒化チタン(TiN)膜4Bから成るバリヤメタル4を介して基板1上に形成されたAl-2%Cuから成るアルミニウム膜2およびレジストマスク3に対して、上記実施例と同様にしてエッチングおよびアッシングを行った。その結果、マスク3が除去されたアルミニウム膜2を大気中に48時間放置してもアフターコロージョンの発生は認められなかった。

実施例3

図5(a)に示すような自動処理システムを用いて、アルミニウム膜のエッチングおよびアッシングを行った。同図における。RIE装置10は被処理基板が載置されるステージ11とこれに対向する電極12を備えた平行平板電極型である。アッシング装置20は、いわゆるダウンフロー型であり、例

えば図 5 (b) に示す詳細構造を有する。例えばアルミニウムから成る円筒形のチャンバ21は、直径 2 ~ 3 mm程度の小孔が多数設けられたシャワー ヘッド28によって、プラズマ発生室21A とアッシング室21B とに区画されている。プラズマ発生室21A の一端には、マイクロ波透過窓27を介して、マグネットロンのようなマイクロ波発生源23が接続されている。

図 5 (a) および(b) を参照して、Al-2%Cu から成る膜が形成された直径 4 インチのシリコンウェハから成る基板 1 を、ロードロック室13A を通じて RIE 装置10内に送入してステージ11上に載置し、基板 1 を所定温度に加熱する。そして、RIE 装置10内にエッチャントとして BCl_3 と $SiCl_4$ と Cl_2 の混合ガスを導入し、全圧を 0.08Torr に保持する。このために、 BCl_3 と $SiCl_4$ と Cl_2 の流量をそれぞれ 80SCCM, 400SCCM, 10SCCM に制御した。この状態で、ステージ11と電極12間に高周波電力を供給してプラズマを発生させる。こときの供給電力は 350W である。この条件の下で上記アルミニウム膜を約 180 秒間異方性エッチングする。

次いで、ロードロック室13を通じて基板 1 をアッシング装置20内に送入してステージ14上に載置し、ステージ14に設けられているヒータ24により 180 °C に加熱する。ガス導入管25を通じてプラズマ発生室21A 内に、酸素(O_2)と水蒸気(H_2O)とを、それぞれ流量 1350SCCM および 150SCCM の割合で混合して導入し、全圧を 1.0Torr に保持する。この状態でマイクロ波発生源23を起動してプラズマを発生させる。このときのマイクロ波発生源23の出力は 1.0kW、動作時間

は120秒である。このようにして発生したプラズマ中の中性活性種により、レジストマスクがアッシングされるとともにアルミニウム膜表面に残留する塩素(Cl)が除去される。

すなわち、シャワー・ヘッド28は、例えば純アルミニウムから構成されている。したがって、アッシング室21B内ではプラズマは発生せず、一方、プラズマ発生室21A内の中性種のみがシャワー・ヘッド28の小孔を通じてアッシング室21B内へ流出する。この中性種中には原子状の酸素(O)と水素(H), O₂, H₂O等の励起分子およびOH遊離基のような活性種が含まれており、これらのいずれもがレジストマスクのアッシングに関与すると考えられるが、原子状酸素(O)や励起酸素分子(O₂)の寄与が主であると考えられる。

一方、前記のようにしてエッティングされたアルミニウム膜の表面に残留している塩素は、主に上記中性活性種中の原子状水素(H)やOH遊離基と反応して揮発性の化合物、例えば塩化水素(HCl)を生成して基板1から遊離し、排気管26を通じて外部に排出される。アルミニウム膜2の周囲に表出しているSiO₂表面に存在する残留塩素も、同様にHClを生成して排出される。

ダウンフロー型の装置によれば、図2に示すプラズマアッシング型の装置のように、被処理基板1がイオン衝撃を受けないので、集積回路を構成する素子の特性を損なうおそれがない。また、ナトリウム(Na)や重金属等の不純物イオンが注入される機会が減少する。

上記実施例のようにして処理されたアルミニウム膜を大気中に48時間放置しても、アフターコロージョンの発生は

認められなかった。

実施例 4

アルミニウム膜表面に残留する塩素または臭素を除去するための後処理装置40を、レジストマスクを除去するためのアッシング装置20とは独立に設けた図4に示す自動処理システムを用いて、Al-2%Cuから成るアルミニウム膜のエッチング、レジストマスクのアッシングおよび残留塩素を除去するための後処理を行った。後処理装置40としては、アッシング装置20と同じく、図5(b)に示すようなダウンフロー型であるので、その細部の説明においても同一の参考符号を引用する。

図1(a)に示すようなAl-2%Cuから成るアルミニウム膜2と、これを選択的に覆うレジストから成るマスク3が形成された基板1を、図4に示す自動処理システムにおけるRIE装置10によりエッチングする。エッチング条件は前記実施例と同様である。

次いで、ロードロック室13を通じて基板1をアッシング装置20内に送入してステージ14上に載置し、ステージ14に設けられているヒータ24により180°Cに加熱する。ガス導入管25を通じてプラズマ発生室21A内に、酸素(O_2)を流量1350SCCMで導入し、全圧を1.0Torrに保持する。この状態でマイクロ波発生源23を起動してプラズマを発生させる。このときのマイクロ波発生源23の出力は1.0kW、動作時間は120秒である。このようにして発生したプラズマ中の中性活性種により、レジストマスクがアッシングされる。

次いで、ロードロック室13Cを通じて基板1を後処理室

40に送入してステージ16上に載置し、ステージ16に設けられているヒータにより180 °Cに加熱する。ガス導入管25を通じてプラズマ発生室21A 内に、水蒸気(H_2O)を流量1500SCCMで導入し、全圧を1.0Torr に保持する。この状態でマイクロ波発生源23を起動してプラズマを発生させる。このときのマイクロ波発生源23の出力は1.0kWである。このようにして発生したプラズマ中の中性活性種により、アルミニウム膜表面に残留する塩素(Cl)がHClとして後処理装置40の外部に排出される。

上記の条件の下で、30秒、90秒および180 秒と異なる後処理を施された三種のいずれの基板1上のアルミニウム膜を大気中に48時間放置してもアフターコロージョンの発生は認められなかった。

実施例 5

比較のために、表1に示す①～⑬の試料を作製し、残留塩素量の測定およびこれらの試料を大気中に48時間放置した場合のアフターコロージョンの発生状況を観察した。これらの試料は、直径4インチのシリコンウェハ上に形成されたAl-2%Cu 薄膜から成る。表1における各試料の処理条件は次の通りである。すなわち、

①は、上記実施例1～4におけると同様にしてRIE が施されたままで、アルミニウム膜上にレジストマスクが残っている状態、

②は、上記実施例1～4と同様にしてRIE が施されたアルミニウム膜上のレジストマスクを、酸素(O_2)中に発生させたプラズマでダウンフローアッシング(O_2 流量：

1500SCCM, 圧力: 1 Torr, マイクロ波電力: 1.0kW, 基板温度: 180°C, アッキング時間180秒),

③は、上記実施例1～4と同様にしてRIEが施されたアルミニウム膜上のレジストマスクを、酸素(O_2)と四フローネル素(CF_4)との混合ガス中に発生させたプラズマでダウンフローアッキング(O_2 流量:1500SCCM, CF_4 流量:150SCCM, 圧力: 1 Torr, マイクロ波電力:1.0kW, 基板温度:180°C, アッキング時間:120秒),

④は、上記実施例3に対応,

⑤～⑦は、上記②の試料と同様にして酸素(O_2)中に発生させたプラズマでダウンフローアッキングしたのち、水蒸気(H_2O)に曝露(H_2O 流量:1500SCCM, 圧力: 1 Torr, 基板温度:180°C, 曝露時間: 30秒, 90秒, 180秒)した試料,

⑧～⑩は上記実施例4に対応,

⑪～⑬は、上記②の試料と同様にして酸素(O_2)中に発生させたプラズマでダウンフローアッキングしたのち、水素(H_2)中に発生させたプラズマのダウンフローで後処理(H_2 流量:1500SCCM, 圧力: 1 Torr, マイクロ波電力: 1.5kW, 基板温度:180°C, 後処理時間: 30秒, 90秒, 180秒)

また、図9は、表1に示した残留塩素量と処理条件との関係を図式的に表現したグラフであり、表1における処理条件との対応を分かりやすくするために、同図における各試料を示す図形記号を表1に付記してある。

表1および図9から明らかなように、酸素(O_2)に水蒸気(H_2O)を添加した混合ガス中に発生させたプラズマでアッキングを行った本発明の実施例3(表1の④および図9の

◇)，および、アッシングののちに水蒸気(H₂O)のプラズマにより後処理を行った本発明の実施例4（表1⑧～⑨および図9の△）においては、著しく残留塩素量が低く、また、アフターコロージョンが実質的に発生しない。これに比べて、その他のガスによるアッシングまたはアッシングに引き続く後処理によれば残留塩素の低減効果が小さく、アフターコロージョンの防止が完全ではない。

実施例3においては、アッシングと残留塩素の除去を並行して行う図5(a)の自動処理システムを、また、実施例4においては、残留塩素を除去するための後処理をアッシングと分離して行うことが可能な自動処理システムを、それぞれ用いた。これらの自動処理システムの長所および短所を比較する。

図5(a)の自動処理システムはアッシングと残留塩素除去が同時に実施できるので効率がよい。また、アッシングと残留塩素除去とを個別に行う場合、これらの工程を同一装置を用いて実施することが可能であるため、処理システムの構成が簡単である利点を有する。しかし、後述するように、アッシング装置から水蒸気を除去する必要がある場合には、チャンバ21のベーキングや真空排気に長時間を要する。

これに対して、図4の自動処理システムは、アッシングに対する水蒸気の影響を完全に回避可能である。とくに、酸素(O₂)に四フッ化炭素(CF₄)を添加したガスを用いるアッシングにおいては、このガス雰囲気中に水蒸気(H₂O)が存在すると、CF₄ + 2H₂O → 4HF + CO₂の反応によってCF₄

が消費されるために、アッシング速度が低下してしまう。したがって、このような場合には、図4の自動処理システムが有効である。

なお、図5(a)および図4におけるアッシング装置20および図4における後処理装置40としては、図7または図8に示すような構造のものに代替することができる。

図7は、電極32間に発生したプラズマ中に被処理基板1が直接に曝されるいわゆるプラズマアッシング型の装置である。同図において、符号31はチャンバ、33は高周波電源である。

図8は、図5(b)に示すいわゆるダウンフロー型と基本的には同じであって、実施例3のように、アッシング装置20に対して酸素(O_2)と水蒸気(H_2O)を個別に導入可能とされていることが特徴である。すなわち、プラズマ発生室21Aには酸素(O_2)のみを導入し、アッシング室21Bに水蒸気(H_2O)を導入する。このためのガス導入管35の途中に別のマイクロ波発生源36が設けられている。

プラズマ発生室21Aで発生したプラズマ中の中性活性種がシャワーヘッド28の細孔を通過してアッシング室21Bに流入する。一方、マイクロ波発生源36により水蒸気(H_2O)のプラズマが発生するが、その中のイオンはガス導入管35を通過する間に電子と再結合してしまう。したがって、アッシング室21Bには、励起した H_2O 分子、中性原子状の水素(H)や酸素(O)あるいはOH遊離基が導入される。

表 1

処理条件	残留塩素量		アフターコロージョン	図 9 上の表示記号
	$\mu\text{g/cm}^2$	$10^{15}\text{ atoms/cm}^2$		
① エッティングのみ	0.92±0.06	16.0±1.0	大	○
② ①後に O_2 で DA	0.89±0.06	15.5±1.0	大	●
③ ①後に $\text{O}_2 + \text{CF}_4$ で DA	0.54±0.03	9.3±0.4	小	■
④ ①後に $\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ で DA	0.23±0.03	4.0±0.5	無し	◇
⑤ ②後に H_2O 曜気 (30sec)	0.51±0.02	8.7±0.3	小	▲
⑥ ②後に H_2O 曜気 (90sec)	0.48±0.01	8.1±0.2	小	▲
⑦ ②後に H_2O 曜気 (180sec)	0.45±0.04	7.6±0.7	小	▲
⑧ ②後に H_2O で DF (30sec)	0.28±0.01	4.7±0.2	無	△
⑨ ②後に H_2O で DF (90sec)	0.15±0.00	2.5±0.0	無	△
⑩ ②後に H_2O で DF (180sec)	0.11±0.01	1.9±0.1	無	△
⑪ ②後に H_2 で DF (30sec)	0.68±0.01	11.8±0.2	小	▼
⑫ ②後に H_2 で DF (90sec)	0.68±0.01	11.7±0.1	小	▼
⑬ ②後に H_2 で DF (180sec)	0.64±0.01	11.1±0.2	小	▼

DA: ダウンフロー アッシング, DF: ダウンフロー処理, H_2O 曜気: 0.1Torr の水蒸気中 120 °C 加熱

請求の範囲

1. 基板の一表面に形成された金属膜をレジストから成るマスクで選択的に覆ったのち該マスクから表出する該金属膜を塩素または臭素もしくはこれらの化合物を含有する気体状のエッチャントを用いて選択的にエッチングする第1の工程と、

前記エッチングに用いられた該マスクを酸素ガスおよび水蒸気を含有する雰囲気中に発生させたプラズマを利用して灰化して除去するとともに該マスクが除去されて表出した該金属膜の表面に残留している前記エッチャントの成分である塩素または臭素もしくはこれらの化合物を離脱させて除去する第2の工程

とを含むことを特徴とする半導体集積回路の製造方法。

2. 前記金属膜はアルミニウムまたはアルミニウム合金から成ることを特徴とする請求項1記載の半導体集積回路の製造方法。

3. 前記金属膜と前記基板との反応を阻止するためのバリヤ層が該金属膜と基板との間に設けられていることを特徴とする請求項2記載の半導体集積回路の製造方法。

4. 前記第2の工程において前記基板を100 °C乃至250 °Cに維持することを特徴とする請求項1記載の半導体集積回路の製造方法。

5. 前記第2の工程において前記マスクならびに該マスクが除去されて表出した前記金属膜が前記プラズマから抽出された中性活性種に曝されることを特徴とする請求項1記載の半導体集積回路の製造方法。

6. 前記第2の工程において前記マスクならびに該マスクが除去されて表出した前記金属膜が前記プラズマに曝されることを特徴とする請求項1記載の半導体集積回路の製造方法。

7. 基板の一表面に形成された金属膜をレジストから成るマスクで選択的に覆ったのち該マスクから表出する該金属膜を塩素または臭素もしくはこれらの化合物を含有する気体状のエッチャントを用いて選択的にエッチングする第1の工程と、

酸素ガスを含有する第1の雰囲気中と水蒸気を含有する第2の雰囲気中のそれぞれに個別に plasma を発生させ前記エッチングに用いられた該マスクを該第1の雰囲気中に発生した plasma から抽出された中性活性種に曝して灰化するこにより除去するとともに該マスクが除去されて表出した該金属膜の表面に残留している前記エッチャントの成分である塩素または臭素もしくはこれらの化合物を該第2の雰囲気中に発生した plasma 中の少なくとも中性活性種に曝して離脱させることにより除去する第2の工程とを含むことを特徴とする半導体集積回路の製造方法。

8. 前記金属膜はアルミニウムまたはアルミニウム合金から成ることを特徴とする請求項7記載の半導体集積回路の製造方法。

9. 前記金属膜と前記基板との反応を阻止するためのバリヤ層が該金属膜と基板との間に設けられていることを特徴とする請求項8記載の半導体集積回路の製造方法。

10. 前記第2の工程において前記基板を100 °C乃至250

°Cに維持することを特徴とする請求項7記載の半導体集積回路の製造方法。

11. 基板の一表面に形成された金属膜をレジストから成るマスクで選択的に覆ったのち該マスクから表出する該金属膜を塩素または臭素もしくはこれらの化合物を含有する気体状のエッチャントを用いて選択的にエッチングする第1の工程と、

前記エッチングに用いられた該マスクを酸素ガスを含有する雰囲気中に発生させた第1のプラズマを利用して灰化することにより除去する第2の工程と、

該マスクが除去されて表出した該金属膜の表面に残留している前記エッチャントの成分である塩素または臭素もしくはこれらの化合物を水蒸気を含有する雰囲気中に発生させた第2のプラズマを利用して離脱させて除去する第3の工程

とを含むことを特徴とする半導体集積回路の製造方法。

12. 前記第2の工程と第3の工程とを同一の装置を用いて行うことを特徴とする請求項11記載の半導体集積回路の製造方法。

13. 前記第2の工程と第3の工程とをそれぞれに個別の装置を用いて行うことを特徴とする請求項11記載の半導体集積回路の製造方法。

14. 前記第3の工程に用いる装置はダウンフロー型であることを特徴とする請求項13記載の半導体集積回路の製造方法。

15. 前記金属膜はアルミニウムまたはアルミニウム合金

から成ることを特徴とする請求項11記載の半導体集積回路の製造方法。

16. 前記金属膜と前記基板との反応を阻止するためのバリヤ層が該金属膜と基板との間に設けられていることを特徴とする請求項11記載の半導体集積回路の製造方法。

17. 前記第3の工程において前記基板を100 °C乃至250 °Cに維持することを特徴とする請求項11記載の半導体集積回路の製造方法。

18. 前記第3の工程において前記金属膜は前記第2のプラズマから抽出された中性活性種に曝されることを特徴とする請求項11記載の半導体集積回路の製造方法。

19. 前記第3の工程において前記金属膜は前記第2のプラズマに曝されることを特徴とする請求項11記載の半導体集積回路の製造方法。

20. 基板上に形成され且つレジストから成るマスクによって覆われた金属膜を塩素または臭素もしくはこれらの化合物を含有する気体状のエッチャントを用いて選択的にエッチングするためのエッチング室と、

真空排気可能な第1のロードロック室によって該エッチング室に接続され且つ該エッチング室から送られた該基板上の該マスクを酸素ガスを含有する雰囲気中に発生させたプラズマを利用して灰化することにより除去するためのアッシング室と、

真空排気可能な第2のロードロック室によって該アッシング室に接続され且つ該アッシング室から送られた該基板上の該金属膜の表面に残留する塩素または臭素もしくはこ

これらの化合物を水蒸気を含有する雰囲気中に発生させたプラズマを利用して除去するための後処理室とを備えたことを特徴とする半導体集積回路の製造装置。

21. 前記後処理室は、

水蒸気を含有するガスが導入され且つ該ガス中にプラズマを発生させるプラズマ発生手段が接続されたプラズマ発生部と、

該プラズマ発生部に接続され且つプラズマ中の中性活性種が通過する細孔が設けられた隔壁によって分離され且つ前記基板が設置される処理部とから成ることを特徴とする請求項20記載の半導体集積回路の製造装置。

22. 前記後処理室は、

水蒸気を含有するガスが導入され且つ前記基板が設置され且つ該基板を中心にしてその両側に設けられた平行平板型の電極を有することを特徴とする請求項20記載の半導体集積回路の製造装置。

要 約 書

アルミニウムまたはその合金から成る薄膜(2)を塩素ガスまたはその気体状の化合物を含有するエッチャントを用いる反応性イオンエッチング(RIE)によりパターニングして形成された配線または電極のアフターコロージョンを防止するために、該配線または電極を、水蒸気を含有する雰囲気中に発生させたプラズマに直接、または、該プラズマから抽出された中性活性種に曝すことによって、前記配線または電極の表面に残留する塩素を除去する。この処理は、酸素を含有する雰囲気に水蒸気を添加することによって、前記RIEにおいて用いられたレジストマスク(3)を除去するためのアッシングと同時に行うか、または、該アッシング後に独立に行う。後者の独立処理を実施するために、真空排気可能なロードロック室(13)によってRIE装置(10)に接続されたアッシング装置(20)に、第2のロードロック室(13C)を介して、残留塩素を除去するための後処理装置(40)を接続した自動処理システムを開示している。

PATENT COOPERATION TREATY

17 Rec'd PCT/PTO

29 JUL 1991

INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/JP91/00861

NOTIFICATION TO THE DESIGNATED
OFFICE OF RECEIPT OF
RECORD COPY
issued under PCT Rule 24.2(a)

To:

United States Patent
and Trademark Office
Washington, D.C.

APPLICANT'S OR AGENT'S
FILE REFERENCE:

90P6174/T

in its capacity as a designated Office

DATE OF MAILING OF
THIS NOTIFICATION:
12 July 1991 (12.07.91)

From:
The International Bureau of WIPO
1211 Geneva 20
Switzerland

NAME(S) OF APPLICANT(S):

KONNO, Jun-ichi et al.

INTERNATIONAL FILING DATE:

26 June 1991 (26.06.91)

PRIORITY DATE(S) CLAIMED:

27 June 1990 (27.06.90)

DATE OF RECEIPT OF RECORD COPY BY INTERNATIONAL BUREAU:

12 July 1991 (12.07.91)

T. Shimomichi
(Authorized Officer)

特許協力条約に基づく国際出願
願書

出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。

(受理官庁記入欄)

国際出願番号

国際出願日

(受付印)



出願人又は代理人の書類記号(希望する場合に出願人又は代理人が記入する。) 90P6174/T

I. 発明の名称
半導体集積回路の製造方法およびそれに用いる製造装置

II. 出願人(発明者か否かについても記入する。) この欄に記載した者が出願人となる指定国
2人以上の出願人が存在する場合にはこの欄には1人だけを記載し、他の出願人はⅢ欄に記載する。

この欄に記載した者は(一つだけチェックする。)

出願人及び発明者である。 出願人である。

氏名(名称)及びあて名**

富士通株式会社 FUJITSU LIMITED

〒211 日本国神奈川県川崎市中原区上小田中 1015 番地

1015, Kamikodanaka, Nakahara-ku, Kawasaki-shi, KANAGAWA 211 JAPAN

電話番号(市外局番を含む。) 044-777-1111

国籍(国名) 日本国 JAPAN

電報のあて名

日本国

JAPAN 加入電信番号

住所(国名) ***

この欄に記載した者は(一つだけチェックする。) すべての指定国 すべての指定国(米国を除く。) 米国 追記欄に記載した指定国についての出願人である。

III. その他の出願人、発明者(いる場合) この欄に記載した者が出願人となる指定国(該当する場合)
各欄に各々1人を記載する。この欄及び次の欄では不充分な場合には「追記欄」(追記欄に記載する各人につき、この欄の事項と同一の事項を記載する。)又は「統葉」を使用する。

この欄に記載した者は(一つだけチェックする。) 出願人及び発明者である。 出願人である。 発明者である。

氏名(名称)及びあて名**

今野 順一 KONNO Jun-ichi

〒511 日本国三重県桑名市東方 327-3 AZハウス 205

AZ house 205, 327-3, Higashikata, Kuwana-shi, MIE 511 JAPAN

この欄に記載した者が出願人(又は出願人及び発明者)である場合には次の事項も記載する。

国籍(国名) 日本国 JAPAN

住所(国名) ***

日本国

JAPAN

この欄に記載した者は(一つだけチェックする。) すべての指定国 すべての指定国(米国を除く。) 米国 追記欄に記載した指定国についての出願人である。

この欄に記載した者は(一つだけチェックする。) 出願人及び発明者である。 出願人である。 発明者である。

氏名(名称)及びあて名**

品川 啓介 SHINAGAWA Keisuke

〒216 日本国神奈川県川崎市宮前区野川 293

293, Nogawa, Miyamae-ku, Kawasaki-shi, KANAGAWA 216 JAPAN

この欄に記載した者が出願人(又は出願人及び発明者)である場合には次の事項も記載する。*

国籍(国名) 日本国 JAPAN

住所(国名) ***

日本国

JAPAN

この欄に記載した者は(一つだけチェックする。) すべての指定国 すべての指定国(米国を除く。) 米国 追記欄に記載した指定国についての出願人である。

* 「出願人及び発明者である。又は「発明者である」として記載した者がすべての指定国についての発明者でないときは必要な事項を「追記欄」に記載する。

** 自然人にあっては姓・名の前に記載し、法人にあっては正式名称を記載する。あて名には兌換番号及び国名も記入する。

*** 住所(国名)を記載しないときは、住所の存在する国はあて名に記載された国と同一の国とする。

18 UU, 1991

部長：審査官：審査官連

EP, US

特許協力条約
国際調査報告

国際出願の表示		出願人又は代理 90P6174-T 人の書類記号
国際出願番号 PCT/JP 91 / 00861	国際出願日 26. 06. 91	
受理官庁 日本国特許庁 (RO/JP)	優先権の主張の基礎となる出願の日 27. 06. 90	
出願人(氏名又は名称) 富士通株式会社		
I. <input type="checkbox"/> 一部の請求の範囲について国際調査を行わない。(補充ページ(2)に意見あり。) II. <input type="checkbox"/> 発明の単一性の要件を満たしていない。(補充ページ(2)に意見あり。) III. 発明の名称、要約書及び図面		
1. 次の事項については出願人の提出したものと承認する。 <input checked="" type="checkbox"/> 発明の名称 <input checked="" type="checkbox"/> 要約書 2. 次の事項については次に示すとおりのものとする。 <input type="checkbox"/> 発明の名称 <input type="checkbox"/> 要約書 <input type="checkbox"/> 補充ページ(1)に要約書の続きあり		
3. a. <input type="checkbox"/> 要約書の最終的内容は、先に出願人に送付した様式PCT/ISA/204に提示されているとおりに、審査官により作成された。 b. <input type="checkbox"/> 審査官が作成した要約書に関する出願人の意見書の提出の期間が満了していないので、この国際調査報告は要約書に関する限り、未確定である。		
4. 要約書とともに公表される図は、 第 <u>4</u> 図とする。 <input type="checkbox"/> なし		
<input type="checkbox"/> 出願人が示したとおりである。 <input checked="" type="checkbox"/> 出願人は図を示さなかった。 <input type="checkbox"/> 本図は発明の特徴を一層よく表わしている。		

国際調査報告書

国際出願番号PCT/JP 91/ 00861

I. 発明の属する分野の分類

国際特許分類 (IPC)

Int. Cl.

H 01 L 21/302

II. 国際調査を行った分野

調査を行った最小限資料

分類体系	分類記号
IPC	H 01 L 21/302, 21/027, G 03 F 7/42

最小限資料以外の資料で調査を行ったもの

日本国実用新案公報 1926-1991年

日本国公開実用新案公報 1971-1991年

III. 関連する技術に関する文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	請求の範囲の番号
Y	JP, A, 64-48421 (富士通株式会社), 22. 2月. 1989 (22. 02. 89) (ファミリーなし)	1-6
Y	JP, A, 64-30225 (富士通株式会社), 1. 2月. 1989 (01. 02. 89) (ファミリーなし)	1-6
A	JP, A, 1-239,933 (東京エレクトロン株式会社), 25. 9月. 1989 (25. 09. 89)	1-22
A	JP, A, 2-144,525 (株式会社 東芝), 26. 4月. 1990 (26. 04. 90)	1-22
A	JP, A, 2-49,425 (株式会社 東芝), 19. 2月. 1990 (19. 02. 90) (ファミリーなし)	1-22
A	JP, A, 2-71,519 (株式会社 東芝),	1-22

*引用文献のカテゴリ

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」先行文獻ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に要請を提起する文獻又は他の文獻の発行日
悉しくは他の特別な理由を確立するために引用する文獻
(理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文獻

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の
日の後に公表された文獻「T」国際出願日又は優先日の後に公表された文獻であって出
願と矛盾するものではなく、発明の原理又は運営の理解
のために引用するもの「X」特に関連のある文獻であって、当該文獻のみで発明の新
規性又は進歩性がないと考えられるもの「Y」特に関連のある文獻であって、当該文獻と他の1以上の
文獻との、当業者にとって自明である組合せによって進
歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリーの文獻

IV. 認証

国際調査を完了した日

17. 09. 91

国際調査報告の発送日

30.09.91

国際調査機関

日本国特許庁 (ISA/JP)

権限のある職員

4, M | 2, 1, 0, 4

特許庁審査官

松田一弘



第2ページから続く情報

(Ⅲ欄の続き)

12. 3月. 1990 (12. 03. 90) (ファミリーなし)

- A JP, A, 61-147,530 (株式会社 東芝),
5. 7月. 1986 (05. 07. 86) (ファミリーなし) 1-22
- A JP, A, 2-72,620 (日電アネルバ株式会社),
12. 3月. 1990 (12. 03. 90) (ファミリーなし) 1-22

V. 一部の請求の範囲について国際調査を行わないときの意見

次の請求の範囲については特許協力条約に基づく国際出願等に関する法律第8条第3項の規定によりこの国際調査報告を作成しない。その理由は、次のとおりである。

1. 請求の範囲 _____ は、国際調査をすることを要しない事項を内容とするものである。
2. 請求の範囲 _____ は、有効な国際調査をすることができる程度にまで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。
3. 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲でありかつPCT規則6.4(a)第2文の規定に従って起草されていない。

VI. 発明の單一性の要件を満たしていないときの意見

次に述べるようにこの国際出願には二以上の発明が含まれている。

1. 追加して納付すべき手数料が指定した期間内に納付されたので、この国際調査報告は、国際出願のすべての調査可能な請求の範囲について作成した。
 2. 追加して納付すべき手数料が指定した期間内に一部分しか納付されなかつたので、この国際調査報告は、手数料の納付があった発明に係る次の請求の範囲について作成した。
請求の範囲 _____
 3. 追加して納付すべき手数料が指定した期間内に納付されなかつたので、この国際調査報告は、請求の範囲に最初に記載された発明に係る次の請求の範囲について作成した。
請求の範囲 _____
 4. 追加して納付すべき手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加して納付すべき手数料の納付を命じなかつた。
- 追加手数料異議の申立てに関する注意
- 追加して納付すべき手数料の納付と同時に、追加手数料異議の申立てがされた。
 - 追加して納付すべき手数料の納付に遅し、追加手数料異議の申立てがされたなかつた。

国際調査報告 INTERNATIONAL SEARCH REPORT
国際出願番号PCT/JP 91/00861

I. 発明の属する分野の分類

国際特許分類 (IPC)

Int. Cl.
H01L21/302

II. 国際調査を行った分野

調査を行った最小限資料

分類体系	分類記号
IPC	H01L21/302, 21/027, G08F7/42
日本国実用新案公報	1926-1991年 MAR 12 日本国公開実用新案公報 1971-1991年 TRADE MARK OFF
日本国特許公報	1926-1991年

III. 関連する技術に関する文献 DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

引用文献の カテゴリー	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	請求の範囲の番号
Y	JP, A, 64-48421 (富士通株式会社), 22. 2月. 1989 (22. 02. 89) (ファミリーなし) FUJITSU LTD. FAMILY; NONE	1-1 6
Y	JP, A, 64-30225 (富士通株式会社), 1. 2月. 1989 (01. 02. 89) (ファミリーなし) FUJITSU LTD. FAMILY; NONE	1-1 6
A	JP, A, 1-239,933 (東京エレクトロン株式会社), 25. 9月. 1989 (25. 09. 89) TOKYO ELECTRON LTD.	1-1 2-2
A	JP, A, 2-144,525 (株式会社 東芝), 26. 4月. 1990 (26. 04. 90) TOSHIBA CORP.	1-2 2
A	JP, A, 2-49,425 (株式会社 東芝), 19. 2月. 1990 (19. 02. 90) (ファミリーなし) TOSHIBA CORP. FAMILY; NONE	1-2 2
A	JP, A, 2-71,519 (株式会社 東芝),	1-2 2

※引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日
若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献
(理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の
日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日の後に公表された文献であって出
願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解
のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新
規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の
文献との、当業者にとって自明である組合せによって進
歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリーの文献

IV. 認 証

国際調査を完了した日 17. 09. 91	国際調査報告の発送日 30.09.91
国際調査機関 日本国特許庁 (ISA/JP)	権限のある職員 4 M 2 1 0 4 特許庁審査官 松田一弘

第2ページから続く情報

(連欄の続き) CONTINUED FROM THE THIRD SHEET

	12. 3月. 1990 (12. 03. 90) (ファミリーなし) TOSHIBA CORP. FAMILY; NONE	
A	JP, A, 61-147,530 (株式会社 東芝), 5. 7月. 1986 (05. 07. 86) (ファミリーなし) ANELVA CORP. FAMILY; NONE	1-22
A	JP, A, 2-72620 (日電アネルバ株式会社), 12. 8月. 1990 (12. 03. 90) (ファミリーなし) FAMILY; NONE	1-22

V. 一部の請求の範囲について国際調査を行わないときの意見

次の請求の範囲については特許協力条約に基づく国際出願等に関する法律第8条第3項の規定によりこの国際調査報告を作成しない。その理由は、次のとおりである。

1. 請求の範囲 _____ は、国際調査をすることを要しない事項を内容とするものである。

2. 請求の範囲 _____ は、有効な国際調査をすることができる程度にまで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。

3. 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲でありかつ PCT 規則 6.4(a) 第 2 文の規定に従って起草されていない。

VI. 発明の単一性の要件を満たしていないときの意見

次に述べるようにこの国際出願には二以上の発明が含まれている。

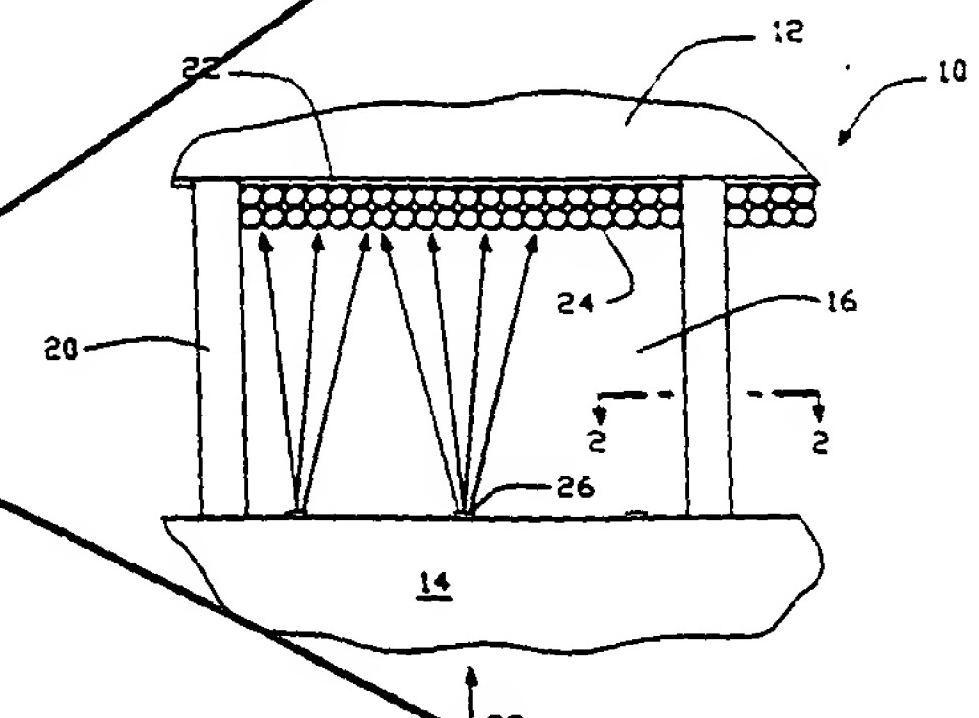
1. 追加して納付すべき手数料が指定した期間内に納付されたので、この国際調査報告は、国際出願のすべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. 追加して納付すべき手数料が指定した期間内に一部分しか納付されなかつたので、この国際調査報告は、手数料の納付があった発明に係る次の請求の範囲について作成した。
請求の範囲 _____
3. 追加して納付すべき手数料が指定した期間内に納付されなかつたので、この国際調査報告は、請求の範囲に最初に記載された発明に係る次の請求の範囲について作成した。
請求の範囲 _____
4. 追加して納付すべき手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加して納付すべき手数料の納付を命じなかつた。

追加手数料異議の申立てに関する注意

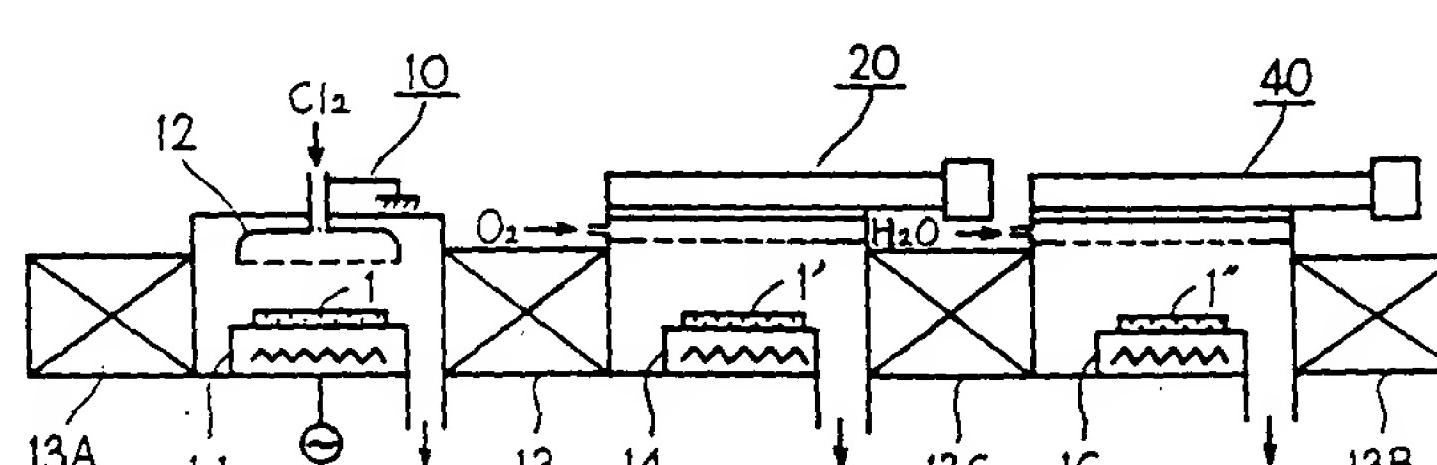
- 追加して納付すべき手数料の納付と同時に、追加手数料異議の申立てがされた。
- 追加して納付すべき手数料の納付に際し、追加手数料異議の申立てがされなかつた。

H01J

(21) Int. Application Number:	PCT/US91/04491	(51) International Patent Classification 5 :	A1	(11) Int. Publication Number:	WO 92/00600
(22) Int. Filing Date:	28 June 1991 (28.06.91)	H01J 1/62		(43) Int. Publication Date:	9 January 1992 (09.01.92)
(30) Priority data:	545,988 28 June 1990 (28.06.90)	US			
(71) Applicant:	(54) Title: MATRIX-ADDRESSED FLAT PANEL DISPLAY HAVING A TRANSPARENT BASE PLATE				
(72) Inventor:	(57) Abstract				
(74) Agents:	A matrix-addressed flat panel display (10) is disclosed herein and includes a face structure (12) having a phosphor (24) coated viewing surface and a transparent backing structure (14) spaced a predetermined distance from and in confronting relationship with the viewing surface of the face structure. The display also includes a matrix array of individual electron generating elements (26) positioned between the backing structure (14) and the face structure (12) and address means for energizing selected ones of the electron generating elements (26) so as to establish a desired light pattern on the viewing surface of the face structure (12). This matrix array and address means are configured such that the desired light pattern is readily viewable through the backing structure (14), matrix array and address means.				
(81) Designated States:	(81) Designated States: DE (European patent), FR (European patent), GB (European patent), IT (European patent), JP, KR, NL (European patent).				
Published	With international search report.				


H01L

(21) Int. Application Number:	PCT/JP91/00861	(51) International Patent Classification 5 :	A1	(11) Int. Publication Number:	WO 92/00601
(22) Int. Filing Date:	26 June 1991 (26.06.91)			(43) Int. Publication Date:	9 January 1992 (09.01.92)
(30) Priority data:	2/171791 27 June 1990 (27.06.90)	JP			
(71) Applicant (for all designated States except US):	(54) Title: METHOD OF MANUFACTURING SEMICONDUCTOR INTEGRATED CIRCUIT AND EQUIPMENT FOR THE MANUFACTURE				
(72) Inventors; and (75) Inventors/Applicants (for US only):	FUJITSU LIMITED [JP/JP]; 1015, Kamikodanaka, Nakahara-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 211 (JP).				
(74) Agent:	KONNO, Junichi [JP/JP]; AZ House 205, 327-3, Higashikata, Kuwana-shi, Mie 511 (JP). SHINAGAWA, Keisuke [JP/JP]; 293, Nogawa, Miyamae-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 216 (JP). ISHIDA, Toshiyuki [JP/JP]; 3-9-302, Kurihira 2-chome, Asao-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 215 (JP). ITO, Takahiro [JP/JP]; Hass valora 101, 10-11, Ikuta 1-chome, Tama-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 214 (JP). KONDO, Tetsuo [JP/JP]; Sanparesunaito B-201, 1221, Kamikodanaka, Nakahara-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 211 (JP). HARADA, Fukashi [JP/JP]; Fujitsu kuwanaryo 117, 221, Higashikata, Kuwana-shi, Mie 511 (JP). FUJIMURA, Shuzo [JP/JP]; Towa cityco-op Koiwa 401, 4-6, Kitakoiwa 1-chome, Edogawa-ku, Tokyo 133 (JP).				
(81) Designated States:	(81) Designated States: AT (European patent), BE (European patent), CH (European patent), DE (European patent), DK (European patent), ES (European patent), FR (European patent), GB (European patent), GR (European patent), IT (European patent), JP, KR, LU (European patent), NL (European patent), SE (European patent), US.				
Published	With international search report.				



(57) Abstract

In order to prevent after-corrosion of the wiring and electrodes which are formed by patterning a thin film (2) of aluminum or an alloy thereof through the use of a reactive ion etching (RIE) that uses an etchant including chlorine gas or a gaseous chloride, chlorine molecules remained on the surfaces of the wirings and the electrodes are removed by exposing the wiring and the electrodes directly to a plasma generated in atmosphere including steam or to a neutral active species extracted from the plasma. This processing is performed in the ashing for removing a resist mask (3) used in the RIE by adding steam to an atmosphere including oxygen, or is performed independently after the ashing. In order to performing the latter independent processing, in an automatic processing system disclosed, an ashing equipment (20) is connected with a RIE equipment (10) through an evacuable load-lock chamber (13), and an aftertreatment equipment (40) for removing residual chlorine is connected with the ashing equipment (20) through a second load-lock chamber (13c).

PCT

世界知的所有権機関

国際事務局

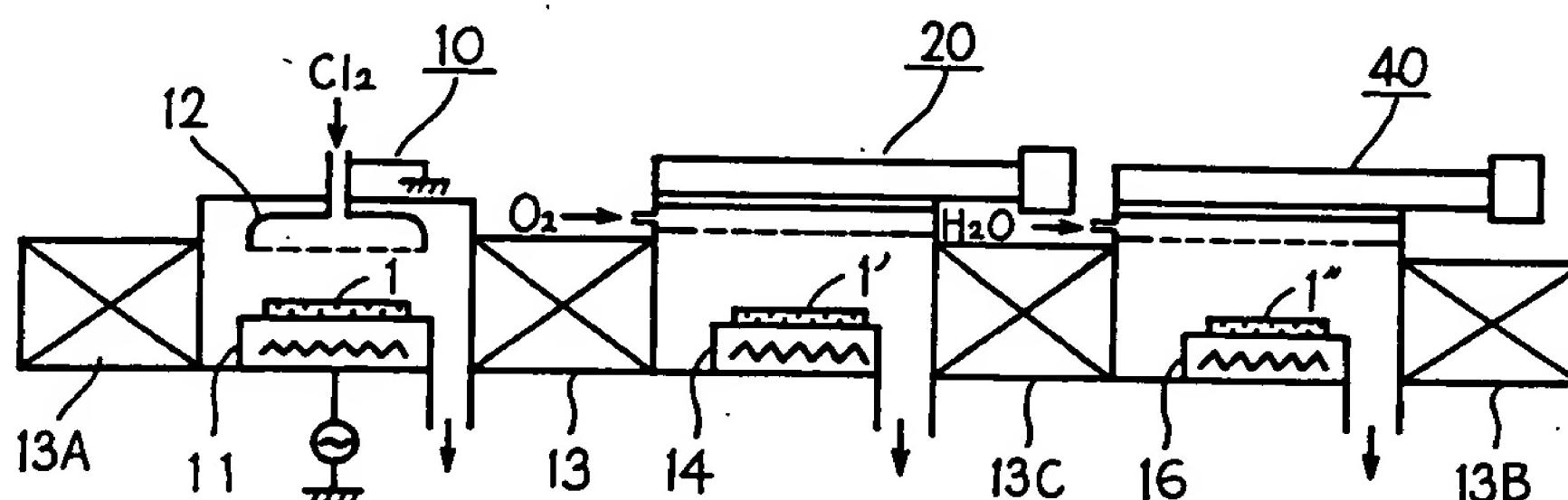


特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 5 H01L 21/302	A1	(11) 国際公開番号 WO 92/00601
(21) 国際出願番号 PCT/JP91/00861	(43) 国際公開日 1992年1月9日 (09. 01. 1992)	
(22) 国際出願日 1991年6月26日 (26. 06. 91)		
(30) 優先権データ 特願平2/171791 1990年6月27日 (27. 06. 90) JP		
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP] 〒211 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 Kanagawa, (JP)		原田深志 (HARADA, Fukashi) [JP/JP] 〒511 三重県桑名市東方221 富士通桑名寮117 Mie, (JP)
(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 今野順一 (KONNO, Jun-ichi) [JP/JP] 〒511 三重県桑名市東方327-3 AZハウス205 Mie, (JP)		藤村修三 (FUJIMURA, Shuzo) [JP/JP] 〒133 東京都江戸川区北小岩1丁目4-6
品川啓介 (SHINAGAWA, Keisuke) [JP/JP] 〒216 神奈川県川崎市宮前区野川293 Kanagawa, (JP)		藤和シティコーブ小岩401 Tokyo, (JP)
石田利幸 (ISHIDA, Toshiyuki) [JP/JP] 〒215 神奈川県川崎市麻生区栗平2丁目3-9-302 Kanagawa, (JP)		(74) 代理人 弁理士 井桁貞一 (IGETA, Sadakazu) 〒211 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
伊藤隆広 (ITO, Takahiro) [JP/JP] 〒214 神奈川県川崎市多摩区生田1丁目10-11 Hass ヴァローラ101 Kanagawa, (JP)		富士通株式会社内 Kanagawa, (JP)
近藤哲朗 (KONDO, Tetsuo) [JP/JP] 〒211 神奈川県川崎市中原区上小田中1221 サンバレスナイトB-201 Kanagawa, (JP)		(81) 指定国 AT (欧州特許), BE (欧州特許), CH (欧州特許), DE (欧州特許), DK (欧州特許), ES (欧州特許), FR (欧州特許), GB (欧州特許), GR (欧州特許), IT (欧州特許), JP, KR, LU (欧州特許), NL (欧州特許), SE (欧州特許), US.
		添付公開書類
		国際調査報告書

(54) Title : METHOD OF MANUFACTURING SEMICONDUCTOR INTEGRATED CIRCUIT AND EQUIPMENT FOR THE MANUFACTURE

(54) 発明の名称 半導体集積回路の製造方法およびそれに用いる製造装置



(57) Abstract

In order to prevent after-corrosion of the wiring and electrodes which are formed by patterning a thin film (2) of aluminum or an alloy thereof through the use of a reactive ion etching (RIE) that uses an etchant including chlorine gas or a gaseous chloride, chlorine molecules remained on the surfaces of the wirings and the electrodes are removed by exposing the wiring and the electrodes directly to a plasma generated in atmosphere including steam or to a neutral active species extracted from the plasma. This processing is performed in the ashing for removing a resist mask (3) used in the RIE by adding steam to an atmosphere including oxygen, or is performed independently after the ashing. In order to performing the latter independent processing, in an automatic processing system disclosed, an ashing equipment (20) is connected with a RIE equipment (10) through an evacuable load-lock chamber (13), and an aftertreatment equipment (40) for removing residual chlorine is connected with the ashing equipment (20) through a second load-lock chamber (13c).

(57) 要約

アルミニウムまたはその合金から成る薄膜(2)を塩素ガスまたはその气体状の化合物を含有するエッチャントを用いる反応性イオンエッチング(RIE)によりパターニングして形成された配線または電極のアフターコロージョンを防止するために、該配線または電極を、水蒸気を含有する雰囲気中に発生させたプラズマに直接、または、該プラズマから抽出された中性活性種に曝すことによって、前記配線または電極の表面に残留する塩素を除去する。この処理は、酸素を含有する雰囲気に水蒸気を添加することによって、前記RIEにおいて用いられたレジストマスク(3)を除去するためのアッシングと同時に行うか、または、該アッシング後に独立に行う。後者の独立処理を実施するために、真空排気可能なロードロック室(13)によってRIE装置(10)に接続されたアッシング装置(20)に、第2のロードロック室(13C)を介して、残留塩素を除去するための後処理装置(40)を接続した自動処理システムを開示している。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT	オーストリア	ES	スペイン	ML	マリ
AU	オーストラリア	FI	フィンランド	MN	モンゴル
BB	バルバードス	FR	フランス	MR	モーリタニア
BE	ベルギー	GA	ガボン	MW	マラウイ
BF	ブルキナ・ファソ	GI	ギニア	NL	オランダ
BG	ブルガリア	GB	イギリス	NO	ノルウェー
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	PL	ポーランド
BR	ブラジル	HU	ハンガリー	RO	ルーマニア
CA	カナダ	IT	イタリー	SD	スードン
CF	中央アフリカ共和国	JP	日本	SE	スウェーデン
CG	コンゴー	KP	朝鮮民主主義人民共和国	SN	セネガル
CH	スイス	KR	大韓民国	SU	ソビエト連邦
CI	コート・ジボアール	LI	リヒテンシュタイン	TD	チャード
CM	カメルーン	LK	スリランカ	TG	トーゴ
CS	チェコスロバキア	LU	ルクセンブルグ	US	米国
DE	ドイツ	MC	モナコ		
DK	デンマーク	MG	マダガスカル		

明 細 書

半導体集積回路の製造方法および それに用いる製造装置

技術分野

本発明は、半導体集積回路の製造におけるリソグラフ工程に係り、とくにアルミニウムまたはその合金から成る導電膜を塩素あるいは臭素またはこれらの化合物をエッチャントとして用いてドライエッチングした場合に該導電膜の表面等に残留する塩素あるいは臭素の除去に関する。

背景技術

シリコンウェハ等の基板上に形成される半導体集積回路を構成する配線としては、アルミニウム(A1)の薄膜やアルミニウムにシリコン(Si)または銅(Cu)を添加した合金の薄膜が広く用いられている。シリコンウェハとアルミニウム薄膜との合金化反応によるコンタクト抵抗の増大を防止するため、これらの接触界面に、チタン(Ti)や窒化チタン(TiN)、あるいは、チタン—タンゲステン(TiW)の薄膜をいわゆるバリヤメタルとして介在させる場合もある。

上記のような配線を形成するための導電膜のパターニングは、通常、レジスト層から成るマスクを用いて選択的にエッチングするリソグラフィによって行われる。微細な配線パターンの形成を可能にするために異方性のエッチングが必要とされ、現在のところ、反応性イオンエッチング

(RIE) が代表的なエッチング方法として用いられている。また、レジストマスクの除去としては、トリクロルエチレン等の公害上問題となる溶剤を用いないで実施可能ないわゆるアッシングが適用されている。

これらエッチング方法およびアッシング方法は、いずれも乾式工程であり、湿式工程におけるようなエッチング溶液や溶剤中の不純物による汚染がなく、また、工程管理や自動処理に適している。これら工程の概要を図 1 および図 2 を参照して説明する。

図 1 は上記リソグラフィ工程における被処理部材の断面の変化を示し、図 2 は、このリソグラフィ工程におけるエッチングおよびアッシングを自動的に行うための処理システムの構造例を模式的に示す。

図 2 のシステムは、アルミニウム膜をエッチングするための RIE 装置 10 と、このエッチング後にレジストマスクを除去するためのアッシング装置 20 とが、真空排気可能なロードロック室 13 を介して連結されたている。ロードロック室 13 により、アルミニウム膜は大気に触れることなく RIE 装置 10 からアッシング装置 20 に輸送される。また、RIE 装置 10 の入口側には、別のロードロック室 13A が、また、アッシング装置 20 の出口側には別のロードロック室 13B がそれぞれ設けられている。ロードロック室 13A および 13B により、RIE 装置 10 およびアッシング装置 20 内に大気を導入することなく、これら装置 10 および 20 の内部に前記アルミニウム膜が形成された基板を挿入または取り出すことができる。

図 1 (a) を参照して、例えばシリコンウェハから成る基板 1 の一表面全体にアルミニウム膜 2 を堆積したのち、アルミニウム膜 2 上にレジストを塗布する。このレジストの所定部位に対して紫外線や電子線あるいはエキシマレーザや X 線等のエネルギー ビームを照射したのち現像することにより、前記レジストから成るマスク 3 が形成される。なお、アルミニウム膜 2 が堆積される基板 1 表面は、通常、 SiO_2 等から成る図示しない絶縁層によって覆われており、この絶縁層の一部に設けられたコンタクトホール内に、基板 1 の表面や下層配線が表出している。

上記のようにしてマスク 3 が形成された基板 1 を、図 2 におけるロードロック室 13A を通じて RIE 装置 10 内のステージ 11 上に設置する。そして RIE 装置 10 内に、例えば塩素ガス (Cl_2) を導入して所定圧力に制御しながら、ステージ 11 と電極 12 間に電圧を印加してプラズマを発生させる。これにより、図 1 (b) に示すようにアルミニウム膜 2 が異方性エッティングされる。

上記のようにしてエッティングされたアルミニウム膜 2 を有する基板 1 を、図 2 におけるロードロック室 13 を通じてアッキング装置 20 に送入する。そして、アッキング装置 20 内に、例えば酸素ガス (O_2) を導入して所定圧力に制御しながら、対向する一対の電極 16 間に電圧を印加する。これにより、電極 16 間にプラズマが発生する。前記レジストから成るマスク 3 は、主としてこのプラズマ中の励起状態の酸素原子または分子あるいはイオンと反応して気化し、アッキング装置 20 の外部に排出される。このようにして、図 1

(c) に示すように、アルミニウム膜 2 上のマスク 3 が除去される。

図 2 には、被処理部材がプラズマに直接に曝される、プラズマアッシングと呼ばれるアッシング装置 20 が示されている。これに対して、プラズマ中の中性活性種のみを抽出して被処理部材に照射する、いわゆるダウンフロー型のアッシング装置を備えた自動処理システムについても、上記の工程は同様である。また、上記プラズマを発生させる手段として、電極 16 の代わりにマイクロ波や高周波コイルによる励起方法もしばしば用いられている。

アルミニウムまたはその合金膜の RIE においては、上記のような塩素ガス (Cl_2) の他に、三塩化硼素 (BCl_3) や四塩化珪素 ($SiCl_4$) 等の気体状の塩素化合物、あるいは、臭素ガス (Br_2) または臭化水素 (HBr) や三臭化硼素 (BBr_3) 等の気体状の臭素化合物がエッチャントとして用いられる。

上記のようにしてエッチングおよびアッシングが終了した基板 1 を大気中に取り出すと、アルミニウムやその合金の薄膜から成る配線に腐食（アフターコロージョン）が発生する現象がしばしば認められる。この腐食によって、配線の抵抗が増大したり、甚だしい場合には、断線が生じる。このような抵抗の増大や断線は、配線がパッシベーション用の絶縁層によって覆われた状態の半導体集積回路が長期にわたって使用されている間にも生じるため、製品の信頼性を低下する原因となる。

上記のようなアフターコロージョンのメカニズムは現在のところ完全に解明されていないが、エッチングにおいて

用いられたエッチャントの成分である塩素や臭素またはこれらの化合物が、アルミニウム膜の表面に残留していることが原因であると考えられている。すなわち、アッシング終了後に基板 1 が大気中に取り出された際に、例えばこの残留塩素が大気中の水分と反応して塩酸(HCl) 等を生成し、アルミニウム膜を腐食すると言う機構である。

図 2 のような自動処理システムを導入することにより、エッチングにおいて塩素等が表面に結合したアルミニウム膜が、大気に触れることなくアッシング装置に送られ、ここで残留塩素等の大部分が除去されるため、上記のようなアフターコロージョンが大幅に低減される。

しかしながら、最近、純粋なアルミニウム膜に比べてエレクトロマイグレーションやストレスマイグレーションを生じ難いアルミニウム—銅(Al-Cu) 合金が配線材料として用いられるようになつた。前述のように、Ti や TiN あるいは TiW の薄膜が、シリコン基板または多結晶シリコン下層配線とアルミニウム配線との合金化反応を阻止するためのバリヤメタルとして用いられている。

これら Al-Cu 合金膜やバリヤメタルは、上記のような残留塩素から発生した塩酸の存在によって、異種金属の粒界や薄膜界面に電池を形成するため、腐食が促進される。したがつて、図 2 のような自動処理システムを導入しても、アフターコロージョンを完全に回避できない問題があつた。

発明の開示

本発明は、上記のようなアルミニウムまたはその合金の

薄膜から成る配線におけるアフターコロージョンを防止すること、より具体的には、上記アッシング後に、配線の側面を含む全露出表面および配線の周囲に表出する基板の表面に残留する塩素等をより完全に除去可能な方法およびこれを実施するための装置を提供することを目的とする。

したがって、本発明により、アルミニウムまたはその合金の薄膜から成る配線を有する半導体集積回路の製造歩留まりが改善されるとともに、該半導体集積回路の長期間にわたる使用に対する信頼性が向上される。

本発明は、次の各態様のいずれかを含むことを特徴とする。すなわち、

(1) 図 3 (a) に示すように、基板 1 の一表面に形成されたアルミニウムまたはその合金の膜 2 をレジストから成るマスク 3 で選択的に覆ったのち該マスク 3 から表出する該膜 2 を塩素または臭素もしくはこれらの化合物を含有する気体状のエッチャントを用いて選択的にエッチングし、前記エッチングに用いられた該マスク 3 を酸素ガスおよび水蒸気を含有する雰囲気中に発生させたプラズマに直接に曝すかまたはこのプラズマから抽出された中性活性種に曝してアッシングして除去するとともに該マスク 3 が除去されて表出した該膜 2 の表面に残留している前記エッチャントの成分である塩素または臭素もしくはこれらの化合物を離脱させて除去する。または、

(2) 上記において、マスク 3 を、酸素ガスを含有する雰囲気中に発生させたプラズマから抽出された中性活性種に曝してアッシングを行い、一方、マスク 3 が除去されつつあ

る膜 2 を、水蒸気を含有する雰囲気中に発生させたプラズマを薄膜 2 に曝して残留塩素等の除去を行う。または、

(3) 上記において、図 3 (b) に示すように、アッシングによるマスク 3 の除去工程ののちに、薄膜 2 を、水蒸気を含有する雰囲気中に発生させたプラズマに直接または該プラズマから抽出された中性活性種に曝してその表面に残留する塩素等の除去を行う。

図 3 (a) および(b) においては、上記中性活性種として O_2 と H_2O が、レジストマスク 3 が除去されるときの生成物として CO_2 が、また、上記中性活性種と残留塩素とが反応して除去されるときの生成物として HCl が、それぞれ代表して示されているが、当然のことながら上記中性活性種および生成物はこれらに限られるものではない。

(4) 上記(3)における残留塩素等の除去を、アッシング装置とは別の装置を用いて実施可能なように自動処理システムを構成する。すなわち、図 4 に示すように、ロードロック室 13 を介して RIE 装置 10 に接続されたアッシング装置 20 に、別のロードロック室 13C を介して後処理装置 40 を接続した構成である。後処理装置 40 としては、アッシング装置 20 と同様に、ダウンフロー型または被処理部材がプラズマに直接に曝されるプラズマ処理型のいずれかを用いる。

図 4 において、参照符号 1 は、アルミニウムまたはその合金の薄膜を選択的に覆うレジストマスクが形成された基板、参照符号 1' は、前記薄膜がエッチングされた基板、参照符号 1" は、前記レジストマスクが除去された基板を示す。

酸素を含むガスを用いるダウンストリームアッシングにおいて、アッシング速度を向上する目的で、前記ガスに水を添加するアッシング方法を本出願人は提案している（特開昭64-48421、昭和62年8月19日付出願）。しかし、この方法においては、アッシングの前工程のエッチングの条件については規定されておらず、また、塩素ガス等のエッチャントを用いてパターニングされたアルミニウム膜のアフターコロージョンが、水蒸気を含む雰囲気中に発生させたプラズマを利用することにより防止される効果については示唆されていない。

また、塩素系の反応ガスを用いてエッチングされたアルミニウム膜を、減圧雰囲気中で水蒸気に曝すことによってアフターコロージョンを防止する方法が本出願人によって提案されている（特開平3-41728、平成1年7月7日付出願）。しかし、この方法においては、塩素等のアフターコロージョンの原因となる残留成分の除去は熱的反応に依存しており、この反応を促進するために被処理基板を120 °C程度に加熱するのみである。

これらの出願に対して本発明は、塩素ガス等のエッチャントを用いてパターニングされたアルミニウム膜を、アッシングと同時またはアッシング後のいずれかの段階で、水蒸気を含有する雰囲気中に発生させたプラズマに直接あるいはこのプラズマから抽出された励起状態のH₂Oや原子状態の水素(H)あるいはOH遊離基等の活性種に曝すことによって残留塩素等を除去する。したがって、上記出願のように単に水蒸気に曝す方法に比べて、除去反応が促進され

るため、熱的反応では除去不可能な強固に結合している塩素等を除去可能となる。

図面の簡単な説明

図 1 は、半導体集積回路における配線のパターニング工程を説明するための模式的断面図。

図 2 は、半導体集積回路における配線のパターニングを実施するための自動処理装置の構造例を示す模式図。

図 3 は、本発明の原理を説明するための模式的断面図。

図 4 は、本発明に係る自動処理装置の構造例を示す模式図。

図 5 (a) は、本発明の実施に用いられた自動処理装置の構造例を示す模式図。

図 5 (b) は、図 4 または図 5 (a) におけるアッシング装置 20 または後処理装置 40 の詳細構造を示す模式図。

図 6 は、本発明の方法により処理される配線の構造例を示す模式的断面図。

図 7 は、図 4 または図 5 (a) におけるアッシング装置 20 または後処理装置 40 の代替例の詳細構造を示す模式図。

図 8 は、図 4 または図 5 (a) におけるアッシング装置 20 の代替例の詳細構造を示す模式図。

図 9 は、本発明による残留塩素量の減少効果を示すグラフ。

発明を実施するための最良の形態

以下本発明の実施例を図面を参照して説明する。以下の

図面において、既掲の図面における部分と同じものには同一符号を付してある。

実施例 1

図 1(a) に示したような、2 % の銅を含有するアルミニウム(Al-2%Cu) から成る膜 2 を選択的に覆うレジストから成るマスク 3 が形成された基板 1 を、図 2 に示した自動処理システムにおけるロードロック室 13A を通じて RIE 装置 10 内に送入し、ステージ 11 上に載置する。

RIE 装置 10 内を 2×10^{-4} Torr に真空排気したのち、例えば塩素ガス(Cl₂) と四塩化珪素(SiCl₄) との混合ガスを導入し、全圧を 8×10^{-2} Torr に保ち、ステージ 11 と電極 12 間に高周波電圧を印加する。これによりステージ 11 と電極 12 との間に発生したプラズマ中のイオンやラジカルによって基板 1 上のアルミニウム膜 2 (図示省略) が異方性エッチングされる。

上記のようにしてアルミニウム膜 2 がエッチングされた基板 1 を、真空排気されたロードロック室 13 を通じてアッシング装置 20 に送入し、ステージ 14 上に載置する。同図におけるアッシング装置 20 は、いわゆるプラズマアッシング型である。アッシング装置 20 内部に、酸素ガス(O₂) および水蒸気(H₂O) を、それぞれ、流量 1 ~ 2 SLM および 100 ~ 300SCCM で導入し、全圧を 1 Torr に保持する。そして、例えばステージ 14 に設けられているヒータにより、基板 1 を 100 ~ 200 °C に加熱する。この状態で、電極 16 に、例えば周波数 2.54MHz の高周波電力を供給してプラズマを発生させ、前記レジストマスク 3 をアッシングする。上記高周波

数電力は1.5kW程度である。

上記実施例のようにして処理されたアルミニウム膜2を大気中に48時間放置しても、アフターコロージョンの発生は認められなかった。比較のために、上記実施例においてアッシング室21Bに導入するガスに水蒸気を添加しないでアッシングを行ったところ、アルミニウム膜2を大気中に1時間放置するとアフターコロージョンが顕著に発生することが認められた。

また、上記においてRIE装置10に導入するガス中の塩素ガス(Cl_2)を臭素ガス(Br_2)に、四塩化珪素(SiCl_4)を四臭化珪素(SiBr_4)にそれぞれ置き換えた場合においても同様の結果を得た。

実施例2

図6に示すようなチタン(Ti)膜4Aと窒化チタン(TiN)膜4Bから成るバリヤメタル4を介して基板1上に形成されたAl-2%Cuから成るアルミニウム膜2およびレジストマスク3に対して、上記実施例と同様にしてエッチングおよびアッシングを行った。その結果、マスク3が除去されたアルミニウム膜2を大気中に48時間放置してもアフターコロージョンの発生は認められなかった。

実施例3

図5(a)に示すような自動処理システムを用いて、アルミニウム膜のエッチングおよびアッシングを行った。同図における。RIE装置10は被処理基板が載置されるステージ11とこれに対向する電極12を備えた平行平板電極型である。アッシング装置20は、いわゆるダウンフロー型であり、例

えば図 5(b) に示す詳細構造を有する。例えばアルミニウムから成る円筒形のチャンバ21は、直径 2 ~ 3 mm 程度の小孔が多数設けられたシャワー・ヘッド28によって、プラズマ発生室21A とアッシング室21B とに区画されている。プラズマ発生室21A の一端には、マイクロ波透過窓27を介して、マグнетロンのようなマイクロ波発生源23が接続されている。

図 5(a) および(b) を参照して、Al-2%Cu から成る膜が形成された直径 4 インチのシリコンウェハから成る基板 1 を、ロードロック室13A を通じて RIE 装置10内に送入してステージ11上に載置し、基板 1 を所定温度に加熱する。そして、RIE 装置10内にエッチャントとして BCl_3 と $SiCl_4$ と Cl_2 の混合ガスを導入し、全圧を 0.08 Torr に保持する。このために、 BCl_3 と $SiCl_4$ と Cl_2 の流量をそれぞれ 80SCCM, 400SCCM, 10SCCM に制御した。この状態で、ステージ11と電極12間に高周波電力を供給してプラズマを発生させる。こときの供給電力は 350W である。この条件の下で上記アルミニウム膜を約 180 秒間異方性エッチングする。

次いで、ロードロック室13を通じて基板 1 をアッシング装置20内に送入してステージ14上に載置し、ステージ14に設けられているヒータ24により 180 °C に加熱する。ガス導入管25を通じてプラズマ発生室21A 内に、酸素(O_2)と水蒸気(H_2O)とを、それぞれ流量 1350SCCM および 150SCCM の割合で混合して導入し、全圧を 1.0 Torr に保持する。この状態でマイクロ波発生源23を起動してプラズマを発生させる。こときのマイクロ波発生源23の出力は 1.0 kW、動作時間

は120秒である。このようにして発生したプラズマ中の中性活性種により、レジストマスクがアッシングされるとともにアルミニウム膜表面に残留する塩素(Cl)が除去される。

すなわち、シャワー・ヘッド28は、例えば純アルミニウムから構成されている。したがって、アッシング室21B内ではプラズマは発生せず、一方、プラズマ発生室21A内の中性種のみがシャワー・ヘッド28の小孔を通じてアッシング室21B内へ流出する。この中性種中には原子状の酸素(O)と水素(H), O₂, H₂O等の励起分子およびOH遊離基のような活性種が含まれており、これらのいずれもがレジストマスクのアッシングに関与すると考えられるが、原子状酸素(O)や励起酸素分子(O₂)の寄与が主であると考えられる。

一方、前記のようにしてエッチングされたアルミニウム膜の表面に残留している塩素は、主に上記中性活性種中の原子状水素(H)やOH遊離基と反応して揮発性の化合物、例えば塩化水素(HCl)を生成して基板1から遊離し、排気管26を通じて外部に排出される。アルミニウム膜2の周囲に表出しているSiO₂表面に存在する残留塩素も、同様にHClを生成して排出される。

ダウンフロー型の装置によれば、図2に示すプラズマアッシング型の装置のように、被処理基板1がイオン衝撃を受けないので、集積回路を構成する素子の特性を損なうおそれがない。また、ナトリウム(Na)や重金属等の不純物イオンが注入される機会が減少する。

上記実施例のようにして処理されたアルミニウム膜を大気中に48時間放置しても、アフターコロージョンの発生は

認められなかった。

実施例 4

アルミニウム膜表面に残留する塩素または臭素を除去するための後処理装置40を、レジストマスクを除去するためのアッシング装置20とは独立に設けた図4に示す自動処理システムを用いて、Al-2%Cuから成るアルミニウム膜のエッチング、レジストマスクのアッシングおよび残留塩素を除去するための後処理を行った。後処理装置40としては、アッシング装置20と同じく、図5(b)に示すようなダウンフロー型であるので、その細部の説明においても同一の参考符号を引用する。

図1(a)に示すようなAl-2%Cuから成るアルミニウム膜2と、これを選択的に覆うレジストから成るマスク3が形成された基板1を、図4に示す自動処理システムにおけるRIE装置10によりエッチングする。エッチング条件は前記実施例と同様である。

次いで、ロードロック室13を通じて基板1をアッシング装置20内に送入してステージ14上に載置し、ステージ14に設けられているヒータ24により180°Cに加熱する。ガス導入管25を通じてプラズマ発生室21A内に、酸素(O_2)を流量1350SCCMで導入し、全圧を1.0Torrに保持する。この状態でマイクロ波発生源23を起動してプラズマを発生させる。このときのマイクロ波発生源23の出力は1.0kW、動作時間は120秒である。このようにして発生したプラズマ中の中性活性種により、レジストマスクがアッシングされる。

次いで、ロードロック室13Cを通じて基板1を後処理室

40に送入してステージ16上に載置し、ステージ16に設けられているヒータにより180 °Cに加熱する。ガス導入管25を通じてプラズマ発生室21A 内に、水蒸気(H_2O) を流量1500SCCMで導入し、全圧を1.0Torr に保持する。この状態でマイクロ波発生源23を起動してプラズマを発生させる。このときのマイクロ波発生源23の出力は1.0kW である。このようにして発生したプラズマ中の中性活性種により、アルミニウム膜表面に残留する塩素(Cl)がHCl として後処理装置40の外部に排出される。

上記の条件の下で、30秒、90秒および180 秒と異なる後処理を施された三種のいずれの基板1上のアルミニウム膜を大気中に48時間放置してもアフターコロージョンの発生は認められなかった。

実施例 5

比較のために、表1に示す①～⑬の試料を作製し、残留塩素量の測定およびこれらの試料を大気中に48時間放置した場合のアフターコロージョンの発生状況を観察した。これらの試料は、直径4インチのシリコンウェハ上に形成されたAl-2%Cu 薄膜から成る。表1における各試料の処理条件は次の通りである。すなわち、

①は、上記実施例1～4におけると同様にしてRIE が施されたままで、アルミニウム膜上にレジストマスクが残っている状態、

②は、上記実施例1～4と同様にしてRIE が施されたアルミニウム膜上のレジストマスクを、酸素(O_2)中に発生させたプラズマでダウンフローアッシング(O_2 流量：

1500SCCM, 圧力: 1 Torr, マイクロ波電力: 1.0kW, 基板温度: 180°C, アッキング時間 180 秒),

③は、上記実施例 1 ~ 4 と同様にして RIE が施されたアルミニウム膜上のレジストマスクを、酸素(O_2)と四フロ化炭素(CF_4)との混合ガス中に発生させたプラズマでダウンフロー アッキング(O_2 流量: 1500SCCM, CF_4 流量: 150SCCM, 圧力: 1 Torr, マイクロ波電力: 1.0kW, 基板温度: 180°C, アッキング時間: 120秒),

④は、上記実施例 3 に対応,

⑤~⑦は、上記②の試料と同様にして酸素(O_2)中に発生させたプラズマでダウンフロー アッキングしたのち、水蒸気(H_2O)に曝露(H_2O 流量: 1500SCCM, 圧力: 1 Torr, 基板温度: 180°C, 曝露時間: 30秒, 90秒, 180 秒)した試料,

⑧~⑩は上記実施例 4 に対応,

⑪~⑬は、上記②の試料と同様にして酸素(O_2)中に発生させたプラズマでダウンフロー アッキングしたのち、水素(H_2)中に発生させたプラズマのダウンフローで後処理(H_2 流量: 1500SCCM, 圧力: 1 Torr, マイクロ波電力: 1.5kW, 基板温度: 180°C, 後処理時間: 30秒, 90秒, 180 秒)

また、図 9 は、表 1 に示した残留塩素量と処理条件との関係を図式的に表現したグラフであり、表 1 における処理条件との対応を分かりやすくするために、同図における各試料を示す図形記号を表 1 に付記してある。

表 1 および図 9 から明らかなように、酸素(O_2)に水蒸気(H_2O)を添加した混合ガス中に発生させたプラズマでアッキングを行った本発明の実施例 3 (表 1 の④および図 9 の

◇），および、アッシングののちに水蒸気(H_2O)のプラズマにより後処理を行った本発明の実施例4（表1⑧～⑨および図9の△）においては，著しく残留塩素量が低く，また，アフターコロージョンが実質的に発生しない。これに比べて，その他のガスによるアッシングまたはアッシングに引き続く後処理によれば残留塩素の低減効果が小さく，アフターコロージョンの防止が完全ではない。

実施例3においては，アッシングと残留塩素の除去を並行して行う図5(a)の自動処理システムを，また，実施例4においては，残留塩素を除去するための後処理をアッシングと分離して行うことが可能な自動処理システムを，それぞれ用いた。これらの自動処理システムの長所および短所を比較する。

図5(a)の自動処理システムはアッシングと残留塩素除去が同時に実施できるので効率がよい。また，アッシングと残留塩素除去とを個別に行う場合，これらの工程を同一装置を用いて実施することが可能であるため，処理システムの構成が簡単である利点を有する。しかし，後述するように，アッシング装置から水蒸気を除去する必要がある場合には，チャンバ21のベーキングや真空排気に長時間を要する。

これに対して，図4の自動処理システムは，アッシングに対する水蒸気の影響を完全に回避可能である。とくに，酸素(O_2)に四フロ化炭素(CF_4)を添加したガスを用いるアッシングにおいては，このガス雰囲気中に水蒸気(H_2O)が存在すると， $CF_4 + 2H_2O \rightarrow 4HF + CO_2$ の反応によって CF_4

が消費されるために、アッシング速度が低下してしまう。したがって、このような場合には、図4の自動処理システムが有効である。

なお、図5(a)および図4におけるアッシング装置20および図4における後処理装置40としては、図7または図8に示すような構造のものに代替することができる。

図7は、電極32間に発生したプラズマ中に被処理基板1が直接に曝されるいわゆるプラズマアッシング型の装置である。同図において、符号31はチャンバ、33は高周波電源である。

図8は、図5(b)に示すいわゆるダウンフロー型と基本的には同じであって、実施例3のように、アッシング装置20に対して酸素(O_2)と水蒸気(H_2O)を個別に導入可能とされていることが特徴である。すなわち、プラズマ発生室21Aには酸素(O_2)のみを導入し、アッシング室21Bに水蒸気(H_2O)を導入する。このためのガス導入管35の途中に別のマイクロ波発生源36が設けられている。

プラズマ発生室21Aで発生したプラズマ中の中性活性種がシャワー・ヘッド28の細孔を通過してアッシング室21Bに流入する。一方、マイクロ波発生源36により水蒸気(H_2O)のプラズマが発生するが、その中のイオンはガス導入管35を通過する間に電子と再結合してしまう。したがって、アッシング室21Bには、励起した H_2O 分子、中性原子状の水素(H)や酸素(O)あるいはOH遊離基が導入される。

表 1

処理条件	残留塩素量		アフターコロージョン	図 9 上の表示記号
	$\mu\text{g}/\text{cm}^2$	$10^{15}\text{ atoms}/\text{cm}^2$		
① エッティングのみ	0.92±0.06	16.0±1.0	大	○
② ①後に O_2 で DA	0.89±0.06	15.5±1.0	大	●
③ ①後に $\text{O}_2 + \text{CF}_4$ で DA	0.54±0.03	9.3±0.4	小	■
④ ①後に $\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ で DA	0.23±0.03	4.0±0.5	無し	◇
⑤ ②後に H_2O 曝気 (30sec)	0.51±0.02	8.7±0.3	小	▲
⑥ ②後に H_2O 曝気 (90sec)	0.48±0.01	8.1±0.2	小	▲
⑦ ②後に H_2O 曝気 (180sec)	0.45±0.04	7.6±0.7	小	▲
⑧ ②後に H_2O で DF (30sec)	0.28±0.01	4.7±0.2	無	△
⑨ ②後に H_2O で DF (90sec)	0.15±0.00	2.5±0.0	無	△
⑩ ②後に H_2O で DF (180sec)	0.11±0.01	1.9±0.1	無	△
⑪ ②後に H_2 で DF (30sec)	0.68±0.01	11.8±0.2	小	▼
⑫ ②後に H_2 で DF (90sec)	0.68±0.01	11.7±0.1	小	▼
⑬ ②後に H_2 で DF (180sec)	0.64±0.01	11.1±0.2	小	▼

DA: ダウンフローアッシング, DF: ダウンフロー処理, H_2O 曝気: 0.1Torr の水蒸気中 120 °C 加熱

請求の範囲

1. 基板の一表面に形成された金属膜をレジストから成るマスクで選択的に覆ったのち該マスクから表出する該金属膜を塩素または臭素もしくはこれらの化合物を含有する気体状のエッチャントを用いて選択的にエッチングする第1の工程と、

前記エッチングに用いられた該マスクを酸素ガスおよび水蒸気を含有する雰囲気中に発生させたプラズマを利用して灰化して除去するとともに該マスクが除去されて表出した該金属膜の表面に残留している前記エッチャントの成分である塩素または臭素もしくはこれらの化合物を離脱させて除去する第2の工程

とを含むことを特徴とする半導体集積回路の製造方法。

2. 前記金属膜はアルミニウムまたはアルミニウム合金から成ることを特徴とする請求項1記載の半導体集積回路の製造方法。

3. 前記金属膜と前記基板との反応を阻止するためのバリヤ層が該金属膜と基板との間に設けられていることを特徴とする請求項2記載の半導体集積回路の製造方法。

4. 前記第2の工程において前記基板を100 °C乃至250 °Cに維持することを特徴とする請求項1記載の半導体集積回路の製造方法。

5. 前記第2の工程において前記マスクならびに該マスクが除去されて表出した前記金属膜が前記プラズマから抽出された中性活性種に曝されることを特徴とする請求項1記載の半導体集積回路の製造方法。

6. 前記第2の工程において前記マスクならびに該マスクが除去されて表出した前記金属膜が前記プラズマに曝されることを特徴とする請求項1記載の半導体集積回路の製造方法。

7. 基板の一表面に形成された金属膜をレジストから成るマスクで選択的に覆ったのち該マスクから表出する該金属膜を塩素または臭素もしくはこれらの化合物を含有する気体状のエッチャントを用いて選択的にエッチングする第1の工程と、

酸素ガスを含有する第1の雰囲気中と水蒸気を含有する第2の雰囲気中のそれぞれに個別に plasma を発生させ前記エッチングに用いられた該マスクを該第1の雰囲気中に発生した plasma から抽出された中性活性種に曝して灰化するこにより除去するとともに該マスクが除去されて表出した該金属膜の表面に残留している前記エッチャントの成分である塩素または臭素もしくはこれらの化合物を該第2の雰囲気中に発生した plasma 中の少なくとも中性活性種に曝して離脱させることにより除去する第2の工程とを含むことを特徴とする半導体集積回路の製造方法。

8. 前記金属膜はアルミニウムまたはアルミニウム合金から成ることを特徴とする請求項7記載の半導体集積回路の製造方法。

9. 前記金属膜と前記基板との反応を阻止するためのバリヤ層が該金属膜と基板との間に設けられていることを特徴とする請求項8記載の半導体集積回路の製造方法。

10. 前記第2の工程において前記基板を100 °C乃至250

°Cに維持することを特徴とする請求項7記載の半導体集積回路の製造方法。

11. 基板の一表面に形成された金属膜をレジストから成るマスクで選択的に覆ったのち該マスクから表出する該金属膜を塩素または臭素もしくはこれらの化合物を含有する気体状のエッチャントを用いて選択的にエッチングする第1の工程と、

前記エッチングに用いられた該マスクを酸素ガスを含有する雰囲気中に発生させた第1のプラズマを利用して灰化することにより除去する第2の工程と、

該マスクが除去されて表出した該金属膜の表面に残留している前記エッチャントの成分である塩素または臭素もしくはこれらの化合物を水蒸気を含有する雰囲気中に発生させた第2のプラズマを利用して離脱させて除去する第3の工程

とを含むことを特徴とする半導体集積回路の製造方法。

12. 前記第2の工程と第3の工程とを同一の装置を用いて行うことを特徴とする請求項11記載の半導体集積回路の製造方法。

13. 前記第2の工程と第3の工程とをそれぞれに個別の装置を用いて行うことを特徴とする請求項11記載の半導体集積回路の製造方法。

14. 前記第3の工程に用いる装置はダウンフロー型であることを特徴とする請求項13記載の半導体集積回路の製造方法。

15. 前記金属膜はアルミニウムまたはアルミニウム合金

から成ることを特徴とする請求項11記載の半導体集積回路の製造方法。

16. 前記金属膜と前記基板との反応を阻止するためのバリヤ層が該金属膜と基板との間に設けられていることを特徴とする請求項11記載の半導体集積回路の製造方法。

17. 前記第3の工程において前記基板を100 °C乃至250 °Cに維持することを特徴とする請求項11記載の半導体集積回路の製造方法。

18. 前記第3の工程において前記金属膜は前記第2のプラズマから抽出された中性活性種に曝されることを特徴とする請求項11記載の半導体集積回路の製造方法。

19. 前記第3の工程において前記金属膜は前記第2のプラズマに曝されることを特徴とする請求項11記載の半導体集積回路の製造方法。

20. 基板上に形成され且つレジストから成るマスクによって覆われた金属膜を塩素または臭素もしくはこれらの化合物を含有する気体状のエッチャントを用いて選択的にエッチングするためのエッチング室と、

真空排気可能な第1のロードロック室によって該エッチング室に接続され且つ該エッチング室から送られた該基板上の該マスクを酸素ガスを含有する雰囲気中に発生させたプラズマを利用して灰化することにより除去するためのアッシング室と、

真空排気可能な第2のロードロック室によって該アッシング室に接続され且つ該アッシング室から送られた該基板上の該金属膜の表面に残留する塩素または臭素もしくはこ

これらの化合物を水蒸気を含有する雰囲気中に発生させたプラズマを利用して除去するための後処理室とを備えたことを特徴とする半導体集積回路の製造装置。

21. 前記後処理室は、

水蒸気を含有するガスが導入され且つ該ガス中にプラズマを発生させるプラズマ発生手段が接続されたプラズマ発生部と、

該プラズマ発生部に接続され且つプラズマ中の中性活性種が通過する細孔が設けられた隔壁によって分離され且つ前記基板が設置される処理部

とから成ることを特徴とする請求項20記載の半導体集積回路の製造装置。

22. 前記後処理室は、

水蒸気を含有するガスが導入され且つ前記基板が設置され且つ該基板を中心にしてその両側に設けられた平行平板型の電極を有することを特徴とする請求項20記載の半導体集積回路の製造装置。

1/7

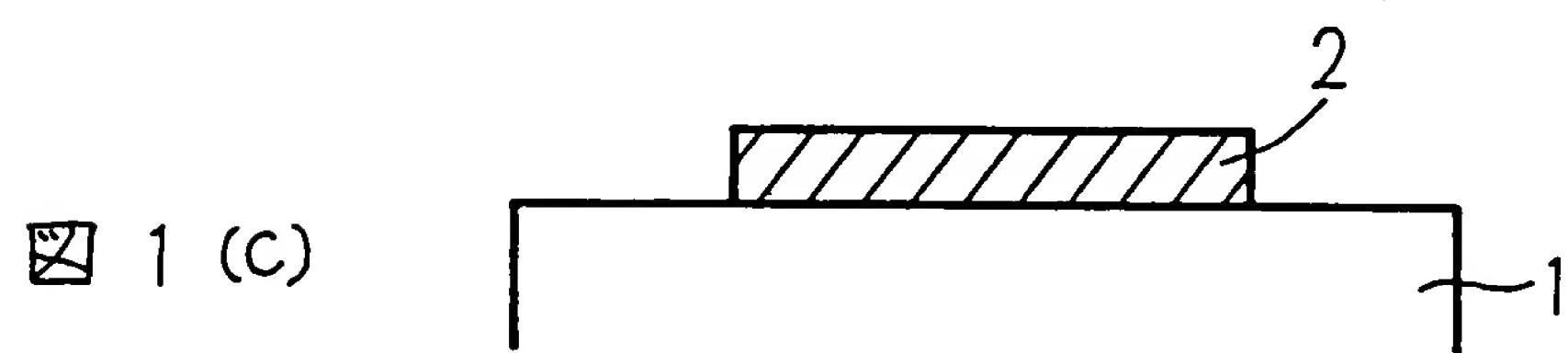
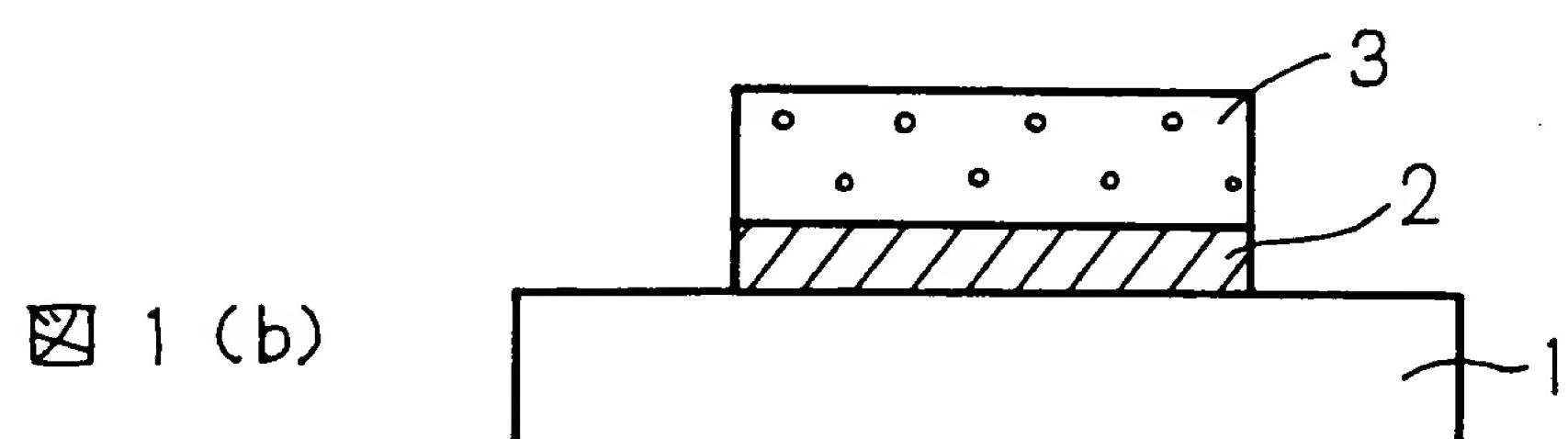
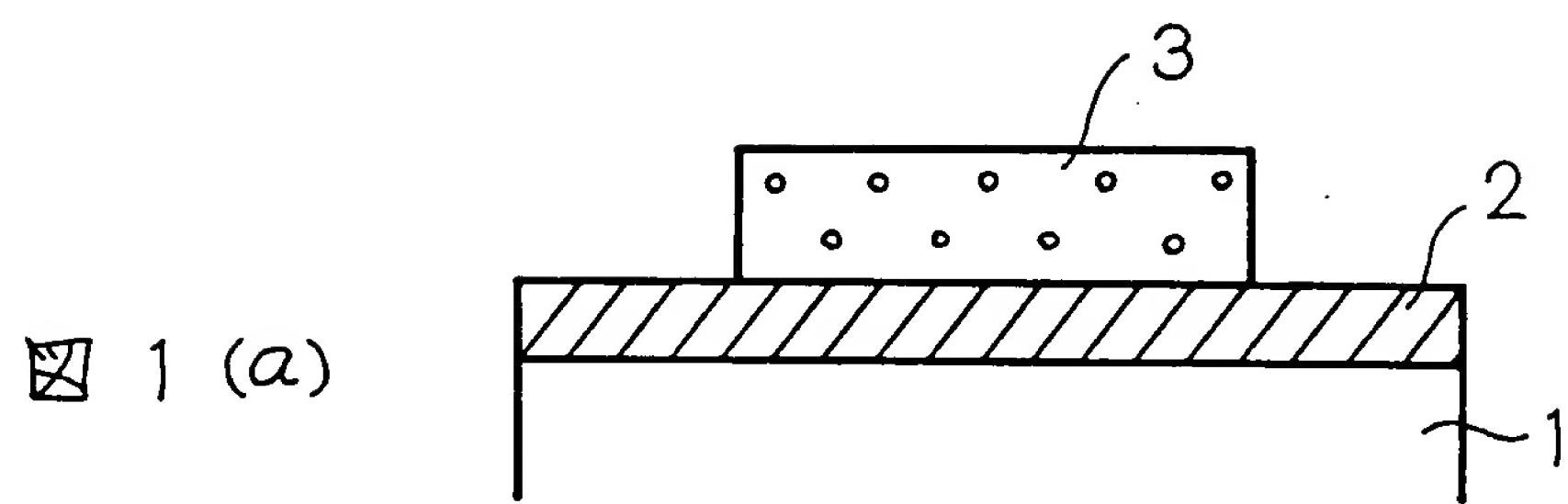
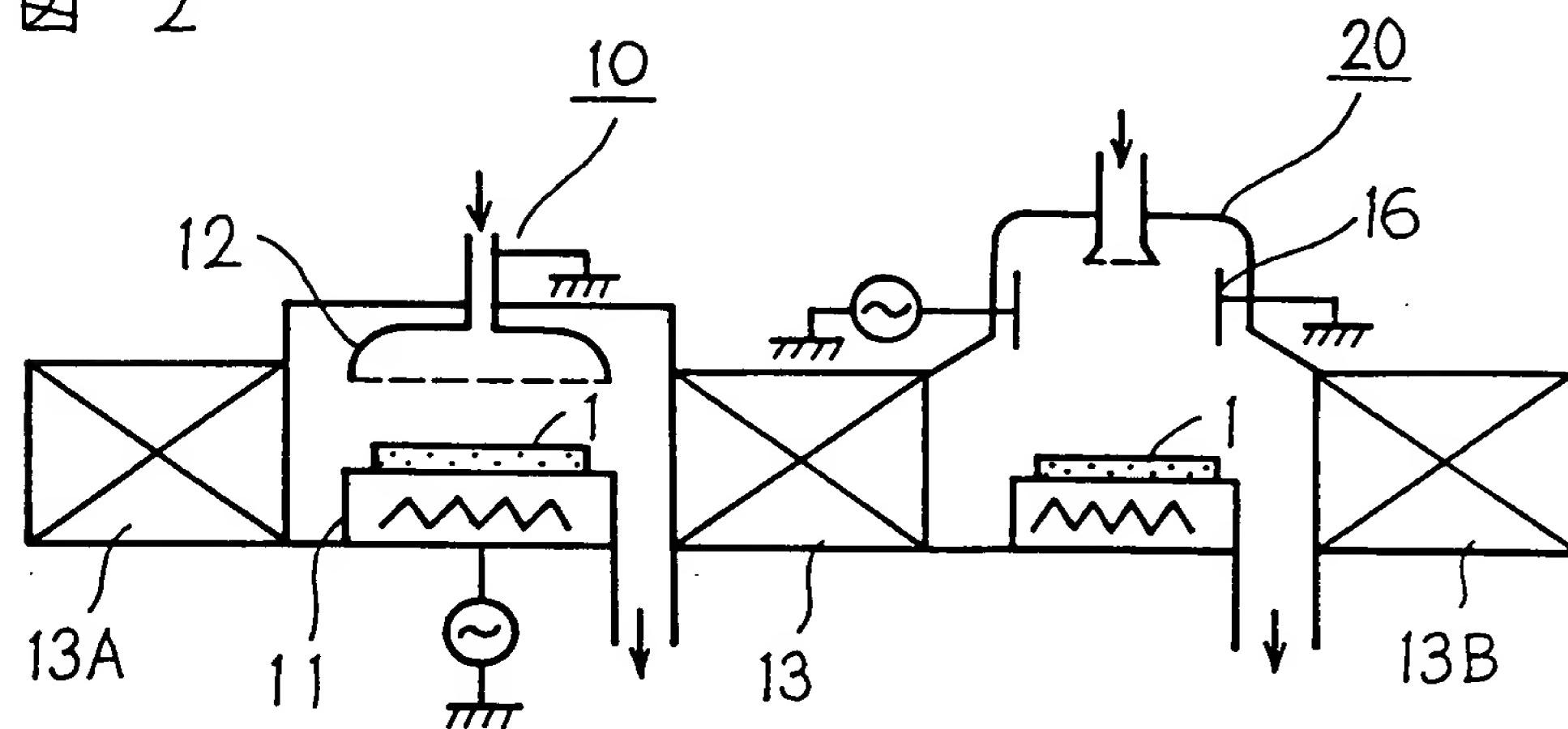


図 2



2/7

図3(a)

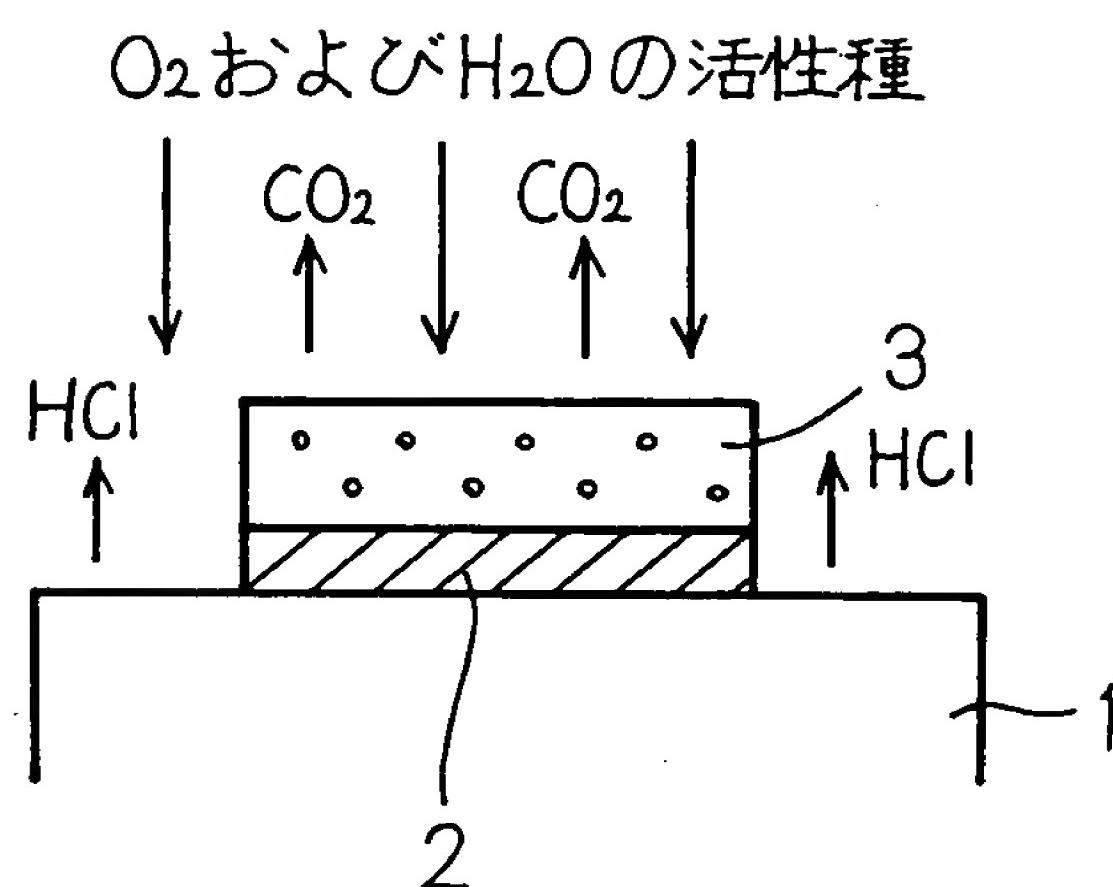


図3(b)

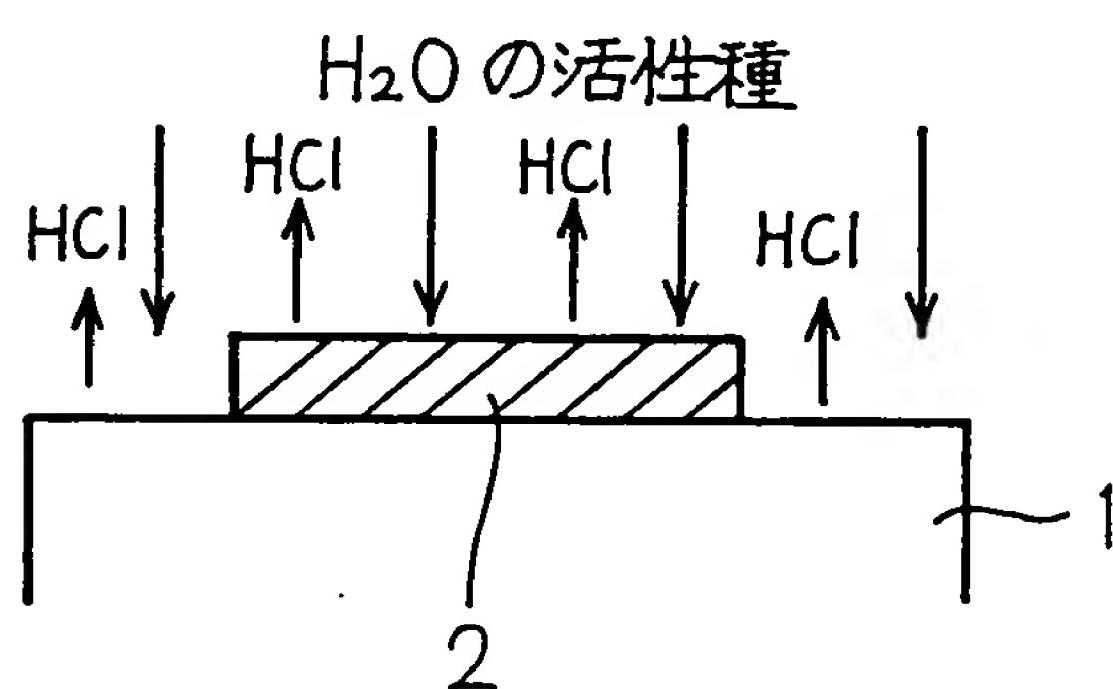
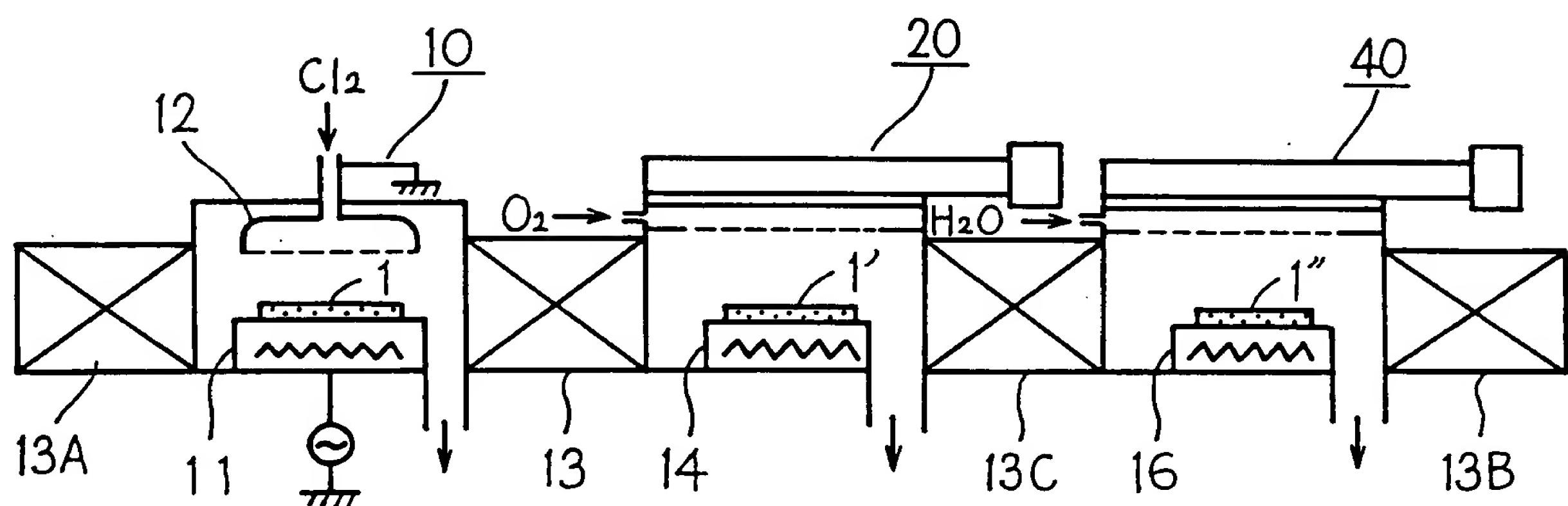


図4



3/7

図5(a)

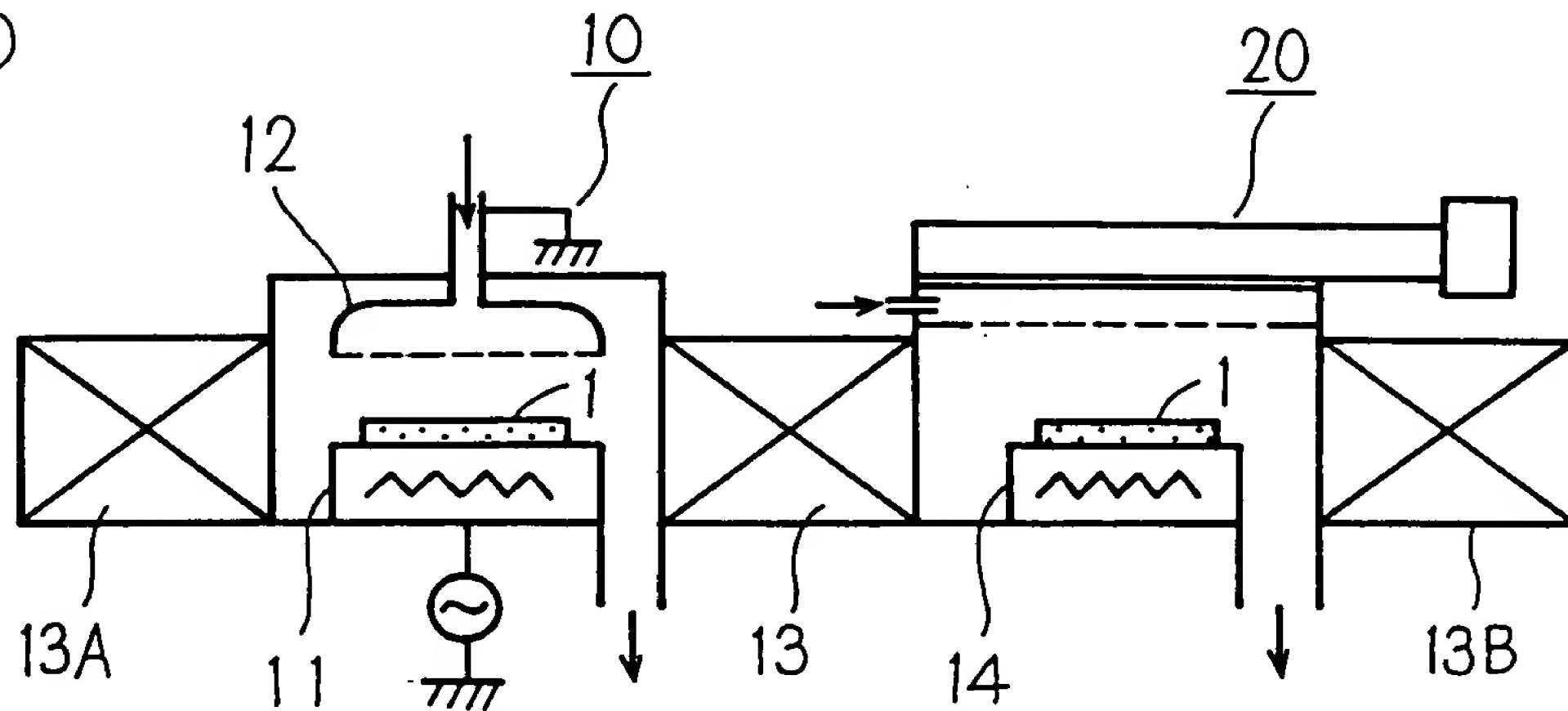
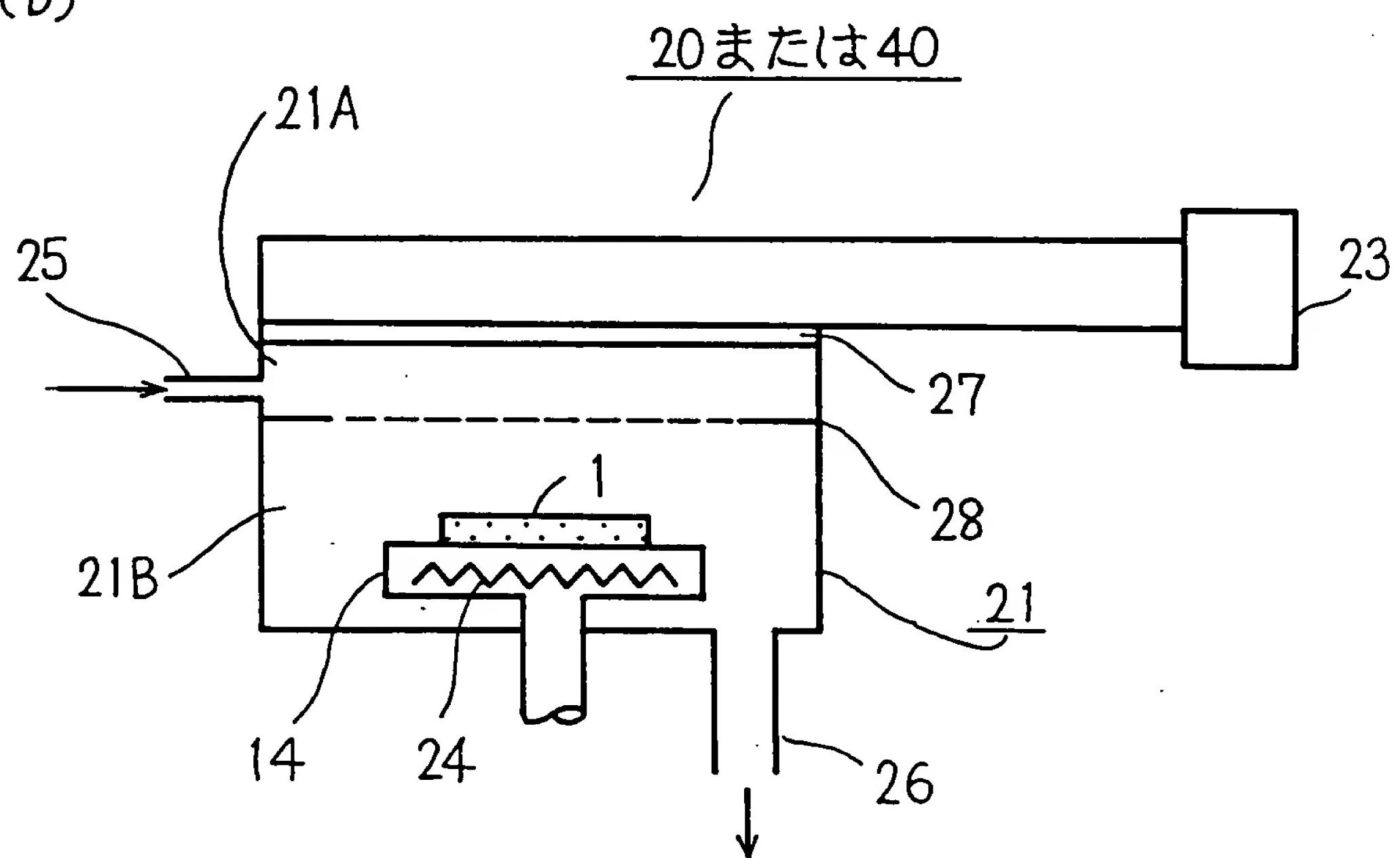


図5(b)



4/7

図 6

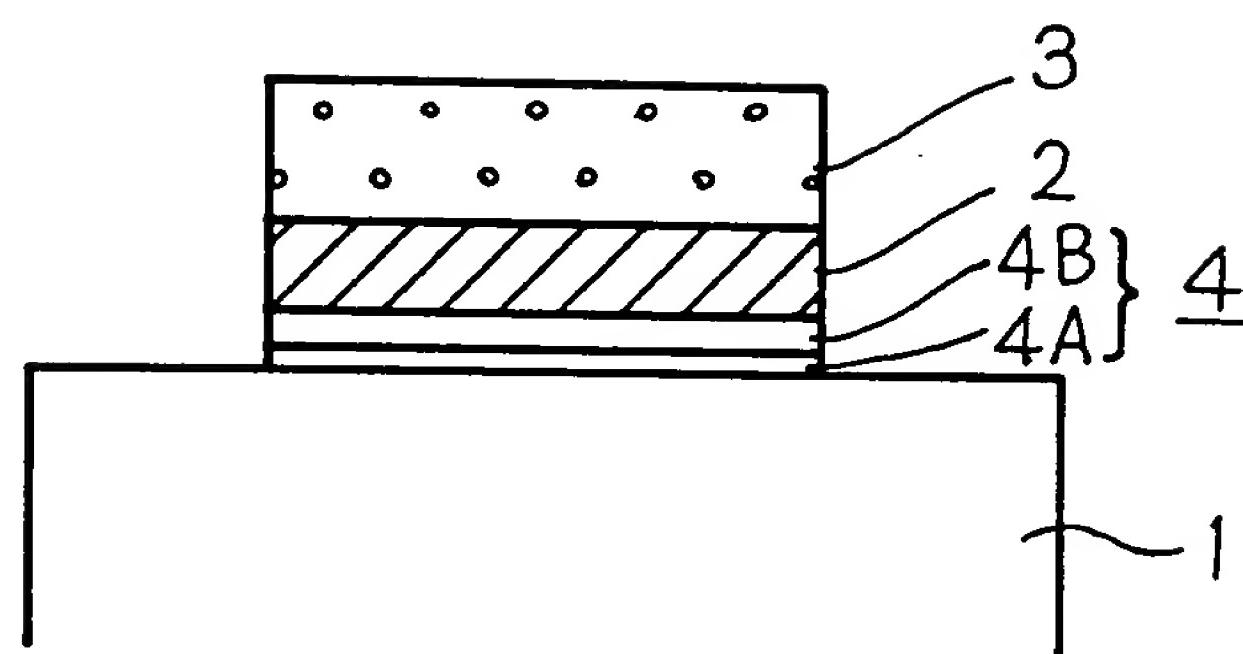
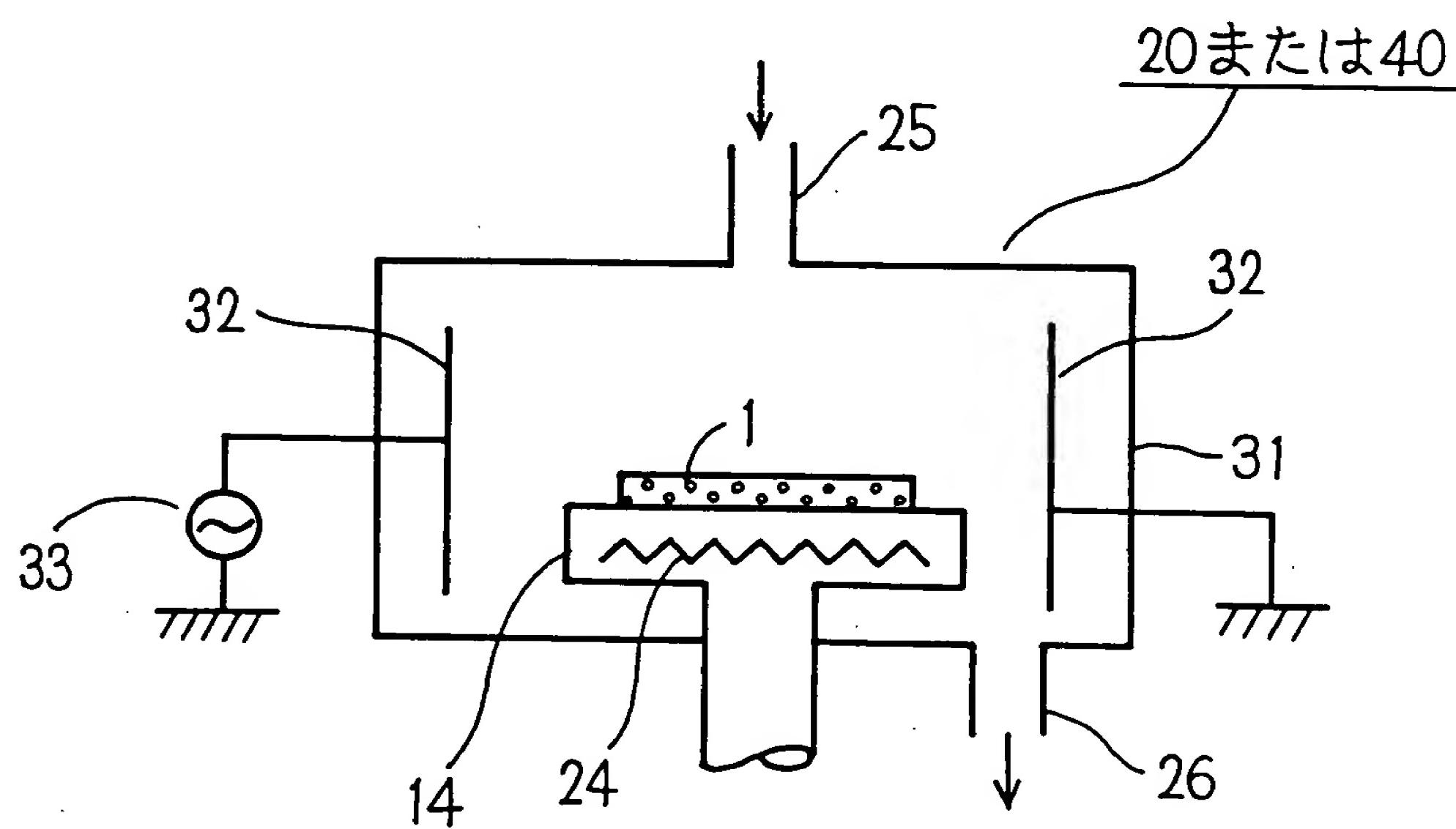
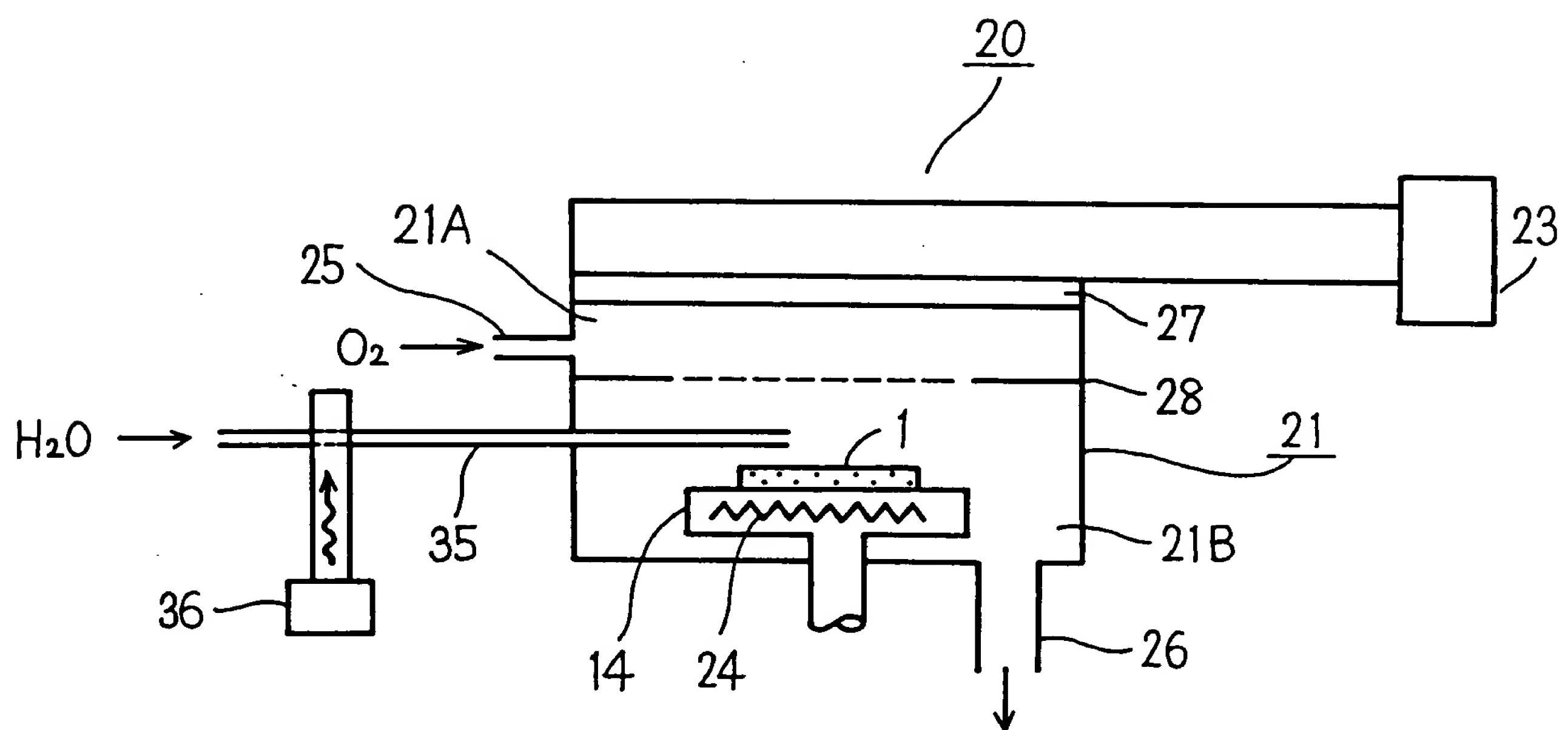


図 7



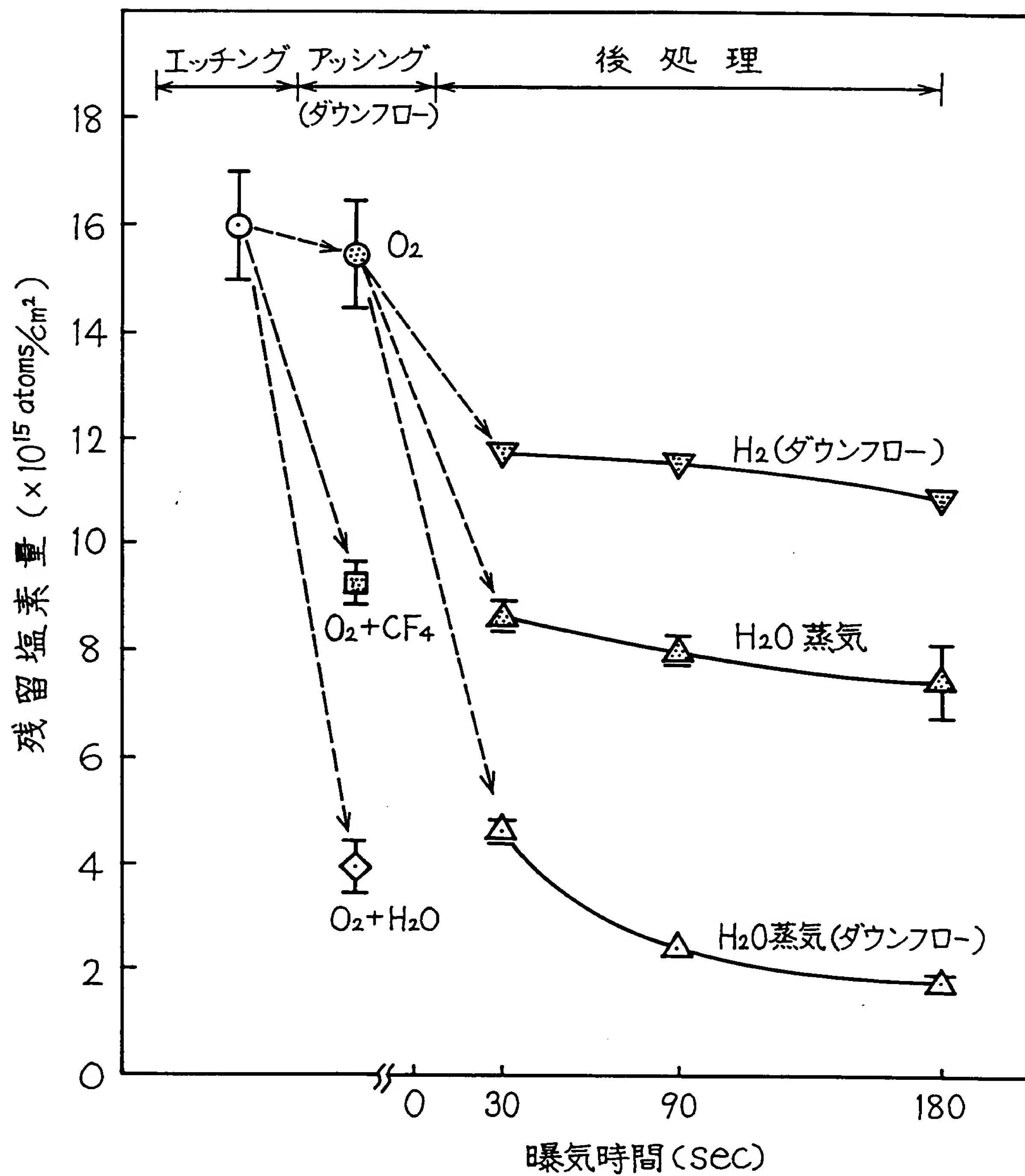
5/7

図 8



6
7

図 9



7/7

参照符号・事項の一覧表

- 1, 1', 1" . . . 基板,
2 . . . アルミニウム膜,
3 . . . マスク,
4 . . . バリヤメタル,
10 . . . RIE 装置,
11, 14 . . . ステージ,
12, 16, 32 . . . 電極,
13, 13A, 13B, 13C . . . ロードロック室,
20 . . . アッシング装置,
21, 31 . . . チャンバ,
21A . . . プラズマ発生室,
21B . . . アッシング室,
23, 36 . . . マイクロ波発生源,
24 . . . ヒータ,
25, 35 . . . ガス導入管,
26 . . . 排気管,
28 . . . シャワーヘッド,
33 . . . 高周波電源,
40 . . . 後処理装置